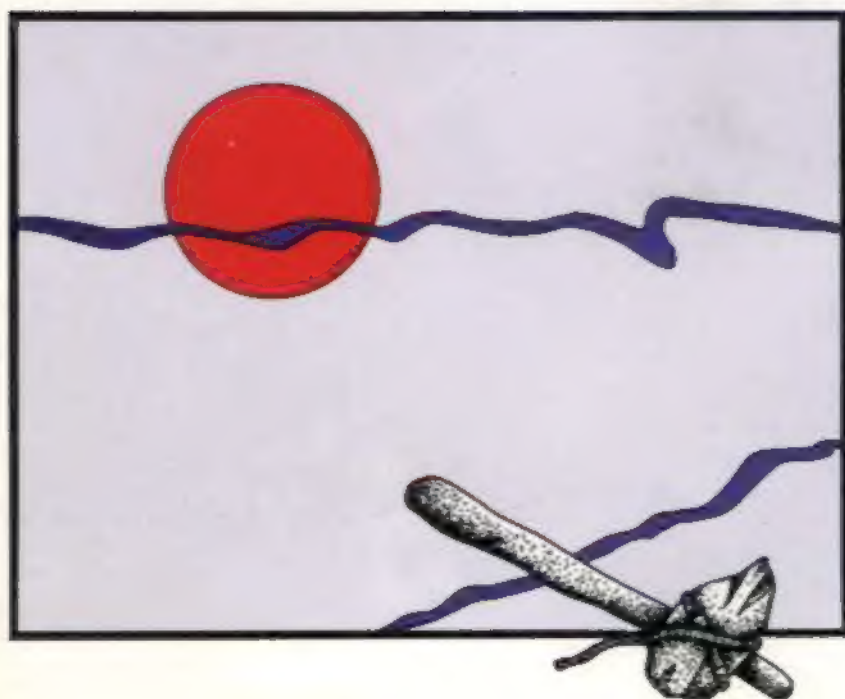




هويمارفون ديْتفُورت

# تاريخ النشوء

ترجمة: محمود كبيبو



هوبمارفون ديتفورت

# تاريخ النسوة

ترجمة: محمود كبيو

مراجعة: علي محمد

دار الحوار

\* جميع الحقوق محفوظة  
\* الطبعة الأولى 1990  
\* الناشر: دار الحوار للنشر والتوزيع  
اللاذقية - ص . ب 1018 - هاتف 422339 - سورية



*mohamed khatab*

## حول المؤلف

ولد هويمار فون ديتفورت في برلين عام ١٩٢١ وهو أستاذ في علم الأعصاب والمعالجة النفسية .  
يعتبر من أنجح العاملين في الصحافة العلمية ، وقد أثار برنامجه « جولة عبر العلوم » الذي كان يقدمه في التلفزيون الألماني كثيراً من الاهتمام ، حيث كان يعرض نتائج العلوم الطبيعية الحديثة بطريقة مثيرة ومسؤولة تجعلها الى جانب غناها بالمعلومات ممتعة ومفهومة من الجميع . أشهر مؤلفاته حتى الآن : « أطفال الفضاء » ( ١٩٧٠ ) ، « في البدء كان الهيدروجين » ( ١٩٧٢ ) ، « أبعاد الحياة » ( ١٩٧٤ ) ، « العلاقات المترابطة - أفكار حول صور علمية موحدة للعالم » ( ١٩٧٤ ) ، « لم يهبط العقل من السماء » ( ١٩٧٦ ) ، « لسنا من هذا العالم فقط » ( ١٩٨١ ) .



## مقدمة

يعتمد المؤلف في هذا الكتاب على نتائج جملة من العلوم في مقدمتها الفيزياء والكيمياء والبيولوجيا ثم الفلك والرياضيات والفيزيولوجيا والجيولوجيا والفلسفة والمنطق ، لكي يصمم « تاريخاً للنشوء » يعتمد في مجمله على مقولة هيراقليط الشهيرة : كل شيء يجري فانت لا تفتسل في نفس النهر مرتين • لم يكن الكون ، بما في ذلك كرتنا الأرضية وما عليها من أحياء وأشياء ، منذ الأزل كما هو عليه اليوم ، بل ان الوجود هو سلسلة متصلة من الضرورة الدائمة ، أي أن للكون تاريخاً وللحياة تاريخاً • متى وكيف بدأ هذا التاريخ وكيف سار منذ « البدء » حتى الآن وكيف سيسير عبر المستقبل ؟ هذه هي الحكاية التي يرويها هذا الكتاب ، وهذا هو المبنى المملاق الذي يُشيد به حجراً فوق حجر معتمداً على القواعد التالية :

١ - القوانين الطبيعية •

٢ - قانون السببية •

٣ - قوانين المنطق •

٤ - مبادئ ميول الطبيعة : ميلان ورافقا الطبيعة

منذ نشوئها ، الميل الى الاتحاد والميل الى

الاستقلال •

في البدء كان الهيدروجين وكانت قوانين الطبيعة وكان المكان وكان الزمان • يعرض ديتفورت هذا التاريخ بطريقة الحكاية الممتعة التي تحتوي الحقائق العلمية الكثيرة وتثير الخيال والدهشة •

المترجم



## مدخل - نحو رؤية جديدة

قبل حوالي ٢٠ سنة أنتج المخرج الامريكى العبقري اورسون ويليس فيلم مغامرات أنهاء بمشهد رائع لم أر أفضل منه في أي فيلم آخر من هذا النوع . وضع البطل في الرمي المريح بالنسبة لعدوه : المسافة قريبة والإنارة كاملة وبدون أية تغطية ورغم ذلك بقي عملياً خارج الخطر . حصل المشهد في مدينة ملاهي ، وتقوم الفكرة على أن البطل نجح في استدراج خصمه الى صالة مليئة بالمرايا . هناك ظهر البطل أمام مطارده بوضوح كامل دون أي خوف لكن لم يكن له ظهور واحد وإنما عشرات الصور المتشابهة التي عكستها جدران الصالة المغطاة بالمرايا والمصممة بطريقة ذكية وخادعة . انتهى الصراع كما يجب أن ينتهي في مثل هذه الظروف . أطلق المطارده بغضب عارم يائس العبارات النارية المتتالية على الصور العديدة لعدوه وأحدث كومة من شظايا الزجاج وفرغ مسدسه قبل أن يصيب الشخص الحقيقي .

لا شك أن الفكرة عظيمة وذكية ، إذ من الصعب أن نتصور طريقة للتنويه أكثر ذكاء ودهاء . عندما لا تكون لديك امكانية للتخفي أو الاختباء أمام مطارذك فإن أفضل مهرب هو التنويه بتعديد الأهداف الخلية الماثلة للأصل . تتبع هذه الطريقة منذ القدم في الحروب حيث يحاول كل طرف تحويل نيران العدو عن الأهداف الحقيقية الى أهداف خلية ويتم ذلك ربما ببناء مطارات خلية أو دبابات خلية وغير ذلك .

أيضا شاهدنا أو ضللنا بمثل هذه الخدع نفترض فوراً وجود عقل ذكي مدبر يرتبها ، لأننا لا نستطيع تصور مثل هذه الخطط الهادفة والمدروسة بعناية إلا كنتيجة لتأملات واعية حادة الذكاء . إلا أن هذا الاستنتاج يستند على حكم مسبق . هذا الحكم المسبق واسع الانتشار وذو أهمية بالغة لأنه يحطم امكانية تفهمنا للطبيعة ، ولكامل العالم المحيط بنا ، وبالتالي للدور الذي نلعبه في هذا العالم . لقد وجدت في الطبيعة آثاراً لتأثيرات العقل قبل وجود الأدمغة التي تجعل الوعي ممكناً بزمان طويل .

نقدم هنا أول مثال للبرهنة على ما قلناه : تعيش في آسام في وسط الهند فراشة تحمي نفسها ضد أعدائها خلال فترة التشرنق بنفس الخدعة المطبقة في المشهد الأخير من الفيلم الذي تحدثنا عنه أعلاه . تقوم هذه الفراشة ، شأنها شأن الفراشات الأخرى ، بنسج شرنقة حول نفسها عندما يأتي وقت التشرنق . علاوة على ذلك فإنها تختبئ في أحد الأوراق .

إن الطريقة التي تطبقها في عملية الاختباء تبدو على قدر مدهش من الرؤية المستقبلية الهادفة . من المعلوم أن الورقة الخضراء المليئة بالسوائل منبسطة ومرنة الى درجة لا يمكن للفراشة معها أن تلفها لتصبح



مناسبة كمغارة تختبئ فيها . تحل الفراشة هذه المشكلة الاولى بطريقة بسيطة وهادفة بدرجة لا نستطيع أن نتصور أفضل منها : تقوم أولاً بتثبيت الورقة بعناية على الجذع بواسطة خيوط (تخرجها من فمها) وتلفها حولها ثم تقوم بقص ذنب الورقة من ناحية الجذع لفصلها عنه . كنتيجة لهذا الفصل تبدأ الورقة بالذبول ومن المعروف ان الورقة الذابلة تلتف حول نفسها . بعد ساعات قليلة تحصل الفراشة على انبوب مثالي لأن تدخل فيه وتختبئ . حتى الآن لم نزل الطريقة جيدة ومدهشة ولكن كل هذا ما هو إلا البداية . إذا ما فكرنا بالموقف الذي وضعت الفراشة حتى الآن نفسها فيه لتجاوز مرحلة التشرنق بأمان ، حيث تكون غير قادرة بتاتا على أي دفاع ، تواجهنا فوراً مشكلة جديدة . صحيح أن الورقة اليابسة تؤمن للفراشة مأوى يقدم لها على الأقل حماية ضد الرؤية ولكنها ستصبح متميزة بين جميع الأوراق الخضراء الأخرى وملفتة للنظر فوراً . بما أنه يوجد العديد من اللصوص ، وقبل كل شيء العصافير ، التي لا يشغلها شاغل طيلة النهار سوى البحث عن الغذاء الذي تعتبر الفراشات من أنواعه المفضلة فإن العصفور سيفتش مبكراً أو متأخراً تلك الورقة اليابسة ويصادف فيها الفراشة اللذيذة الطعم . وبما أن العصافير تتعلم من مثل هذه التجارب بسرعة كبيرة فإنها ستركز اهتمامها منذ الآن على تلك الأوراق اليابسة البارزة ضمن المحيط الأخضر بكامله . مهما كانت خدعة لف الورقة في البداية ذكية ومجدية فإنها تبدو الآن على أنها زادت من المخاطر التي تحاول الفراشة تجنبها .

ماذا تستطيع الفراشة أن تفعل للخروج من هذا المأزق ؟ لنفترض انها تستطيع أن تسألنا النصيح فما هي النصيحة التي سنقدمها لها ؟ اعتقد أنه سيصعب على أغلبنا إيجاد مخرج مقبول لهذه الحالة وإعطاء نصيحة مفيدة . إلا أن الفراشة حلت أيضاً هذه المشكلة بطريقة ذكية وفعالة . ويشبه الحل الذي طبقته الحشرة الطريقة التي اتبعها اورسون . ولس قبل ٢٠ عاماً في المشهد الأخير من فيلمه . تقوم الفراشة بكل بساطة بقضم خمس أو ست ورقات أخرى وتثبتها على الأغصان بجانب الورقة التي ستختبئ فيها . بذلك يصبح هناك ست أو سبع أوراق يابسة ملفوفة معلقة بجانب بعضها البعض لكن واحدة منها فقط تحتوي الفراشة كفريسة محتملة . أما الأوراق الأخرى فهي فارغة وموجودة لغرض التمويه فقط . لنفترض أن هذه الأوراق اليابسة أثارت انتباه أحد العصافير وبدأ بتفتيشها . ستكون فرصته بأن يصادف الحشرة في المحاولة الاولى ١ : ٦ . هذه الدرجة من التأمين ضد المخاطر تمنح الفراشة الساكنة والفاقة الوعي طيلة مرحلة التشرنق ميزة حاسمة في معركة البقاء الكبيرة . وكلها اصطدم العصفور بورقة فارغة يتناقض اهتمامه للبحث مستقبلاً في الأوراق اليابسة .

لكن خدعة الفراشة تبقى قيمة ومجدية حتى لو أصاب العصفور هدفه بالصدفة ومنذ المحاولة الاولى بأن يصادف الورقة الصحيحة فوراً . هذا النجاح سيشتجع العصفور على متابعة البحث عن فرائس في بقية الأوراق . إلا أن المتابعة لن تؤدي به إلا الى سلسلة متواصلة من خيبات الأمل . لذلك نستطيع ان نفترض أنه سيغادر المكان أخيراً ولديه الشعور بأن البحث عن الغذاء في الأوراق اليابسة هو بمجمله عمل غير مجد . عندئذ تكون هذه الفراشة قد التهمت ، لكن متعة العصفور في البحث مستقبلاً عن صيد في الأوراق اليابسة تتضاءل مما يؤدي الى حماية بقية الفراشات التي تختبئ بنفس الطريقة الموهمة . حتى

بالنسبة للإنسان يبدو هذا التكتيك المخطط حيلة بارعة للدفاع عن النفس تشير الى درجة عالية من الذكاء . كيف يكون ممكناً أن تقوم حشرة بكل ذلك لحماية نفسها على الرغم من أن بناء جملتها العصبية وسلوكها الآخر يقودان الى الاستنتاج بأنها لا تمتلك ذكاء يؤهلها الى التوقع المستقبلي والاستنتاج المنطقي ؟ إننا نستطيع أن نفهم اعتقاد الباحثين القدماء تجاه مثل هذه المشاهدات بـ «الاعجوبة» . كانوا يقولون انه يوجد في مثل هذه الحالات ما يتوجب توضيحه أو بحثه لأن الإله ذاته هو الذي يهب مخلوقاته المعرفة اللازمة لتعني أبويًا بمصيرها ومصير أبنائها . إلا أنهم بهذا القول يستسلمون ويتخلون عن مهمتهم كباحثين في علوم الطبيعة . كذلك فإن كلمة «غريزة» الحديثة لا تعطي تعليلاً كما يظن الكثير من الناس . إنها ليست إلا اصطلاحاً فنياً اتفق عليه العلماء للتعبير عن أشكال سلوكية معينة موروثه .

ماذا سيتوضح إذا ما قلنا ببساطة ان الفراشة تقوم بعملية التموه بصورة «غريزية» «موروثة» . إن هذا القول هو في الواقع صحيح ويعبر بطريقة صحيحة عن أن الانجاز المدهش الذي تقوم به الفراشة لا ينبع منها ذاتها . لكن ما نريد معرفته هو شيء مختلف تماماً . إننا نريد أن نعرف من هو الذي توصل الى الفكرة البارعة بأنه يمكن التموه بصنع الهياكل الخلية المائلة للأصل . من أي دماغ نتجت هذه الفكرة المبدعة التي تفسد على الطيور متعة البحث بتخفيض فرصتهم لايجاد شيء بهذه الطريقة الاحتمالية ؟

لقد توصل علماء السلوك اليوم ، الذين يهتمون بدراسة طرق السلوك الموروث ، في كثير من الحالات الى اعطاء أجوبة كاملة ومفاجئة ومقنعة . سوف نشغل معهم بمناقشة هذه الأمور بالتفصيل لاحقاً في هذا الكتاب . غير أننا سنشير منذ الآن الى نتيجة لبحوثهم ذات أهمية غير عادية وهي : انه يوجد في الطبيعة الحية ذكاء لا يرتبط بأية عضوية ملموسة أو بكميات أخرى إن العقل ممكن دون وجود الدماغ الذي يؤويه .

لا يستطيع أحد أن ينفي كون الطريقة التي تتبعها الفراشة الهندية بتحضير الأوراق للاختباء فيها طريقة هادفة ومحقة للغرض ، وإن الحشرة بهذه الطريقة تتخذ مسبقاً احتياطات لحماية نفسها من أخطار ستقع في المستقبل عندما تصبح يرقة ساكنة لا حول لها ولا قوة . كما انه لا يمكن نكران أن بناء الهياكل الخلية التي توضع حول الموقع الحقيقي يراعي بدقة مذهلة سلوك الطيور وعلى الأخص شروط تعلمها واكتسابها الخبرة .

على الطرف الآخر لدينا ما يؤكد ان الفراشة الخالية عملياً من الدماغ ليست دكية ، على الرغم من أن لسلوكها مواصفات تعتبر بحق من خصائص الذكاء : الفعل الهادف ، مراعاة الأحداث المستقبلية ، مراعاة التصرفات المحتملة لكائنات حية من فصيلة مختلفة تماماً . يتحدث علماء السلوك بمن فيهم كونراد لورنس في هذه الحالات أحياناً عن السلوك «شبه التعليمي» أو «شبه الذكي» .

من البديهي أن الأفكار التي عرضناها لا تنطبق على سلوك الفراشة الهندية وحسب ، بل هناك كثير من الأمثلة المدهشة الأخرى في عالم الحيوان والنبات . لقد اخترت هذا المثال بالذات لأنه يبرز الفكرة التي أبتغيها بوضوح خاص . تنطبق هذه الأفكار أيضاً على أشكال التكيف البيولوجي الأخرى ومن حيث

المبدأ ، كما سنرى لاحقاً ، على جميع مجالات الطبيعة : ليس على الطبيعة الحية وحسب بل وعلى الطبيعة اللاحية أيضاً

نحصل من كل هذا على استنتاج مثير وبالعالم الأهمية ستعرض له مراراً وتكراراً في هذا الكتاب وسأشير إليه هنا بحملة مختصرة وهو ان دخول العقل والوعي الى هذا العالم لأول مرة لم يكن معنا نحن البشر . يبدو لي ان هذه المقولة هي أهم معرفة نستطيع استخلاصها من نتائج بحوث العلوم الطبيعية الحديثة . السعي نحو الهدف والتكيف والتعلم والتجريب والاندفاع وكذلك الذاكرة والتحليل كلها كانت موحودة ، كما سأحاول بيانه تفصيلاً في هذا الكتاب ، منذ زمن طويل قبل وجود الأدمغة . علينا أن نعيد النظر ونتعلم من حديد أن الذكاء لم يوجد لأن الطبيعة غمكت بعد سلسلة طويلة من التطور الوصول الى الدماغ الذي جعل طاهرة «الذكاء» ممكنة .

إذا ما درسنا متحررين من جميع الأحكام المسقفة تاريخ نشوء الحياة على الأرض وتاريخ نشوء الأرض ذاتها ونشوء غلافها الجوي والشروط الكونية التي يقوم عليها كل هذا كما تعرضها لنا المعارف العلمية الحالية عندئذ نحد أنفسنا أمام أفق مختلف تماماً يقف على التقيص تماماً عما كنا نظنه حتى الآن . لم تتمكن الطبيعة من إيجاد مجرد الحياة وحسب بل تمكنت أيضاً من إيجاد الأدمغة وأحياناً الوعي الشرقي الأمر الذي لم يكن ممكناً إلا لأنه كان يوجد دائماً في هذا العالم ومنذ اللحظة الأولى لنشوءه : عقل وحيال وسعي نحو الهدف .

هذه هي النقطة الحاسمة . إن المبادئ التي نطش أنها تقتصر سداها على المجال «السيكولوجي» كما : في الواقع موحودة وفاعلة في عالم ما قبل الوعي وحتى في المجال اللاعصوي . هذه المعرفة هي على الأرجح أهم نتيجة من نتائج العلوم الطبيعية الحديثة . إن النتائج المترتبة على هذا الاكتشاف بالنسبة لفهم الإنسان لذاته ولهممه للعالم تعتبر من بعض النواحي انقلابية . من هذا المطلق يصبح تقسيم العلوم الى «علوم إنسانية» و«علوم طبيعية» تقسيماً مصطنعاً غريباً عن الواقع ولا معنى له .

إن النقطة الحاسمة في التاريخ ، الذي سيعالج في هذا الكتاب ، هي الحقيقة المكتشفة من العلوم الحديثة ، والتي تؤكد أن آثار العقل والذكاء كانت موجودة في العالم وفي الطبيعة منذ مدة طويلة قبل نشوء الإنسان وقبل نشوء الوعي . إننا لا نقول هذا بالمعنى الايديولوجي (وإن كانت ستترتب عليه نتائج عميقة التأثير على الايديولوجيات والنظرات الشمولية ان الحياة) . كما اننا لا نقوله بالمعنى اللاهوتي الذي يفترض وجود روح علوية فوق طبيعية تقف وراء هذا النظام الذي نصادفه في كل مكان في الطبيعة الحية . قد يكون هذا الطرح مشروعاً وقابلًا للنقاش لكنه لا يدخل في اطار ما عنيه هنا .

عندما نزيل هذا الالتباس المحتمل يصبح موضوعاً واضحاً . لقد تمكن العلم اليوم من إعادة تصميم تاريخ العالم بحطوطه الجوهرية العريضة . كلما توصحت صورة هذا المجرى التاريخي العملاق والمستند مليارات السنين كلما ازداد التأكد بأن القدرة على التعلم وتراكم الخبرات والتحليل والتجريب الحسي والخواطر العفوية وغيرها كانت تتحكم منذ البدء في مسيرة هذا التاريخ .

من الواضح أن اعتقادنا في الماضي بأن اسجارات من هذا النوع تعترض وجود دماغ يقوم بها ما هو إلا حكم مسبق ، وعلى الأخص اعتقادنا بأن التحيل والابداع وتحسب احتمالات المستقبل تفترض وجود دماغنا الشري . إن ما شاهدناه لدى الفراشة الهندية يعلمنا أن مثل هذه الانحازات كانت موجودة في هذا العالم منذ مدة طويلة قبل وجود أقدم الأدمغة

إننا نميل دائماً بدون كلل أو ملل إلى أن نصنع أنفسنا في المركز . لكن نتائج دراسات الواقع وبحوث العلوم الطبيعية تحررنا شيئاً فشيئاً من هذا الوهم . لقد رهنت لنا ألسنا لا نعيش في مركز الدائرة وإن أرضنا الكروية تدور حول الشمس التي هي بدورها لا تقف في مركز الكون .

حتى اليوم لم نزل الأرض بالنسبة لمعظم البشر هي مركز العالم الروحي أي أنها كما يعتقدون جميعاً هي المكان الوحيد في الكون المائل الكبر ، الذي تطورت فيه الحياة والوعي والذكاء . إن هذه القناعة هي في الحقيقة أيضاً ليست سوى رداء جديد نواحه فيه جنون المركز القديم<sup>(١)</sup> . تنتشر هذه الفكرة اليوم ببطء ولكن دون توقف مستندة إلى نتائج البحوث العلمية في الفضاء الكوني خارج نطاق الأرض . عند كل خطوة من هذه الخطوات توجب علينا التحلي عن عادة من عاداتنا التفكيرية . في كل مرة كانت تدولنا فيها الصورة الخديعة للواقع لا معقولة ، كانت تدولنا على أنها ناقص بديهياتها وكانت ردود فعل الأحيال الساقطة معادية لكل خطوة جديدة . لقد راح جيوردانو برونو صحية الاكتشاف الأساسي الذي هو الوعي الإنساني في أعماقه وهو أن الشمس ليست سوى نجم بين عدد لا محدود من النجوم المنتشرة في الكون المائل الضخامة . أما مصير شارل داروين فقد كان أفضل فقط لأن عادة الحرق للشخصيات غير المرغوبة قبل مائة سنة لم تعد دارجة كما كان الأمر قبل ذلك . لقد جعله اكتشافه الهام القائل بأن الإنسان ليس حالة خاصة جاءت من «الخارج» ووضعت في الطبيعة وأما ينسب إلى الطبيعة ذاتها وله قرابة مع كل ما يزحف ويدب فيها وإنه شأنه شأنه حلال مسيرة نفس التاريخ التطوري ، نقول هذا القلب الراديكالي للصورة الذي قام به هذا الباحث الإنكليزي العظيم جعله حتى اليوم بالنسبة للكثيرين مشوهاً أو لربما مكروهاً .

هذا الشكل يدولنا كديهيته لا تحتاج إلى تعليل إن الانحازات المحددة التي نسميها «عقلانية» أو «سيكولوجية» لم تكن ممكنة الحصول بدون دماغنا وأنه كان يتوجب على العالم أن يبقى بدونها قبل أن موحد نحن . يثبت تاريخ الطبيعة أن هذه الفكرة أيضاً ليست سوى تعبير عن شعورنا الخنوني بمركزيتنا . بما في الواقع فإننا ، كما يبدو ، لا نمتلك الوعي والذكاء إلا لأن مقدمات وإمكانات شئ الوعي والذكاء كانت موجودة في العالم منذ البدء

---

(١) نظرية المركز إحدى نظريات علماء الكنيسة إبان الصراع المشهود الذي دار في عصر النهضة ونقول النظرية فيما نقول إن كرة من الحديد لها وزن مألوف ، لكن جميع أو كل ورها هو وزن مركز ثقلها فقط في المعنوية نقول النظرية إن طاقة الحديد كلها موجودة في مركز القطب المغناطيسي فقط وعلة ذلك حسب رأيهم أن روحاً أو قوة حية حلت في تلك النقاط أو المراكز . ملاحظة من المراجع

ستتبع في هذا الكتاب آثار هذه المقدمات والإمكانات عبر تاريخ شئ وتطور عدم سداد، إلى  
الناج العلمية المعروفة اليوم ومقدار ما تقدمه لنا من حقائق أن المهمة ليست سهلة غير أنها مثيرة  
ومدهنة وبما أن جدور وجوداته كثر تطلق من أعماق هذا الكون فإننا ستعرف من خلال ذلك على  
شيء حول داتا نمسا

\*\*      \*\*      \*\*

## القسم الأول

### منذ الانفجار الكوني الأول حتى نشوء الأرض

#### ١. كانت توجد بداية .

في ربيع عام ١٩٦٥ سمع آرنو بينرياس وروبرت ويلسون كأول انساين صدى نشوء العالم ، غير انها لم يعرفا ذلك

كان بينرياس وويلسون يعملان في قسم البحوث لشركة بيل تلفون الالكترونية ومكلفان بتطوير هوائي دي قدرة خاصة على الاستقبال . كانت الأقمار المفضلة ائذاك هي ما يسمى اقمار الصدى وهي عبارة عن كرات صحنمة من صفائح الألميوم الرقيقة التي كما نستطيع رؤيتها بالعين المجردة على مساراتها في قبة السماء في الليالي الصافية لأن سطحها المصقول كان يعكس ضوء الشمس كمرآة . كانت هذه «الاصداء» (العواكس) كما يشير اسمها محرد اجهزة «سلبية» اي أنها لم تكن تستطيع ان تقيس شيئاً ولا أن تنث أية رسالة إلى الأرض . لم يكن ورنها يتحاور ٦٠ كيلو غراماً وكانت تطوى كطرد وتطلق في الفضاء على ارتفاع ١٥٠٠ كم من سطح الأرض ثم تنفخ هناك بواسطة عاز معين لتصبح كرات قطر ٣٠ متراً .

لم تكن هذه الكرات العملاقة السانحة فوق الغلاف الجوي الأرضي تعكس ضوء الشمس وحسب بل كانت مهمتها التقاط وعكس اشارات الارسال باتجاه الأرض . كان يمكن بمساعدة هذه الاشارات حساب مساراتها بدقة وكشف الانحرافات الحاصلة عليها والنتيجة عن مقاومة الطبقات العليا من الغلاف الجوي التي لم ترل موحودة على هذا الارتفاع . بهذه الطريقة درست بواسطة مشروع الصدى هذا خلال الأعوام من ١٩٦٠ إلى ١٩٦٦ الشروط السائدة في الطبقات العليا من الغلاف الجوي .

بغية التقاط الاشارات التي تعكسها هذه الأقمار البالونية قام العالمان ببناء هوائيات خاصة تستطيع التقاط اضعف الاشارات وكانت فوق ذلك مصممة بحيث تستطيع الغاء أي تشويش . كان الهوائي المصمم هذا العرص يشه قرناً كبيراً طوله ١٠ أمتار له عند احدى نهايته فتحة كبيرة قياس ٨×٦ م بينما يضيّق القرن باتجاه نهايته الأخرى التي تتصل بالجهاز مشكلاً ما يشبه القمع . يذكر كل هذا بالانبوب

الذي كان يستخدمه ضعيفو السمع في العصور الوسطى . كان لهذا الهوائي فعلاً نص الوظيفة .  
لقد حصل مع بينزياس وويلسون في أثناء اجراء تجاربهم في ربيع ١٩٦٥ أمر دفع به إلى اليأس وهو  
أنهم التقطوا تشويشاً لم يتمكنوا من حصر مصدره رغم كل الجهود المبذولة ورغم ان حصر كان يجب ان  
يكون سهلاً نسبياً . كان كل شيء يشير إلى أن السبب يجب ان يكون في الجهاز نفسه . كان باستطاعة  
الباحثين تدويره إلى أية جهة يريدونها إلا ان التشويش لم يتغير إطلاقاً . كانا يعتقدان ان تشويشاً قادمًا من  
الخارج يعتبر بحكم المستحيل . لكنهم لم يتمكنوا من ايجاد اي حلل في جهاز الاستقبال  
سمع بالصدفة الفيزيائي روبرت ديك بالصعوبات التي يعاني منها الرحلان . كان ديك يعمل في  
جامعة برينستون الشهيرة ويدرس مد سنين المسائل الفضائية . لذلك كان قد صمم في قسمه اجهزة  
حديدة لقياس ودراسة اشعة الراديو الكونية مما جعله واسع الاطلاع في هذا المجال . علاوة على ذلك لم  
يكن القسمان يعدان كثيراً عن بعضهما البعض . وهكذا حصل الاتصال الأول بينهما .  
عندما سمع ديك التفاصيل الأولى عن نوعية التشويش الذي كاد يتلف أعصاب بينزياس وويلسون  
استفر جميع معاويه وسافر فوراً إلى هيلمدل حيث يوجد قسم الحوث لشركة بيل تلفون . ازال ما سمعه  
هناك وما رآه في الموقع فوراً آخر الشكوك : ان التشويش الغامض الذي ضلل زملاءه يأتي فعلاً من  
الخارج . إنه ظاهرة كونية كان قد تنأ بها هو نفسه قبل عدة سنوات انطلاقاً من تأملات نظرية .  
كان قد حاول مع معاويه عثاً مد سنين اثبات وجود هذا النوع من الاشعاعات . بذلك كان  
بينزياس وويلسون قد اكتشفا بالصدفة البعثة هذه الظاهرة دون أن يعرفا حتى زيارة فريق برينستون مدى  
أهمية ما اكتشفاه . ان ما استقبلته اجهزتهما على الموجة طول ٧,٣ سم ، هذا التشويش العريب الذي كان  
يأتي من جميع الجهات نفس الوقت ونفس القوة كيفاً ادارا هوائيهما لم يكن «تشويشاً» . انه ليس سوى  
الانعكاس الالكتروني للبرق الهائل الناتج عن «الانفجار الكوني الأول» الذي نشأ معه نل حوالي ١٣  
مليار سنة عالم الكون بكامله . كان هذا «التشويش» الذي اكتشفه بينزياس وويلسون أول إشارة ملموسة  
إلى ان الكون متناه في المكان والزمان .

كانت هناك مؤشرات على حصول هذا الانفجار معروفة مد أكثر من مائة سنة لكر أحداً لم يجرؤ  
على استخلاص النتائج منها لأن الفكرة كانت تبدو غير معقولة . اننا لم نزل حتى اليوم في نفس الموقع .  
من منا لم يتساءل عندما يطر ليلاً إلى قبة السماء عما اذا كان ما فوقنا «يمتد حتى اللانهاية» . بقدر ما كان  
تصور ذلك صعباً بقدر ما كان يبدو مستحيلاً تصور القبيض وهو ان ما فوقنا «ينتهي في مكان ما» مهما  
بعدت المسافة . كيف يمكن ان تكون هناك حدود كونية طالما اننا نستطيع ان نسأل فوراً ماد يأتي بعد هذه  
الحدود ؟

في نفس الدوامة الذهبية كان يدور اسلافنا منذ ان بدأوا تكوين افكار علمية عن حجم الكون  
واستمراره . وقبل ذلك مرت عدة قرون لم يخطر بال الناس فيها حتى طرح مثل هذه السؤالات . في  
العصور القديمة والوسطى كانت نهائية الكون تعتبر أمراً بديهيًا تماماً . اما الاحابة على التساؤل عن حدوده  
فكانت تدو في غاية الساطة : حلف بطاق الكواكب والحوم مباشرة تبدأ السماء الإلهية . اما اتساعها

كعرش إلهي فلم يكن يثير أية تساؤلات - فيما يتعلق بالإله كان كل شيء غير قابل للتصور . من الصعب ان نحاول قراءة أفكار تلك العصور الحضارية القديمة ، لكنني اعتقد اننا نستطيع ان نتكهن ان البشر أمداك لم يكونوا يعتبرون نهاية الكون على أنها مؤكدة لا حياد عنها وحسب ، بل كانوا يرون انها صحيحة وجيدة . ان تكون مملكة الرب الخالق القادر على كل شيء لا متناهية فهو أمر لا يحتاج إلى اي تعليل . وان يكون العالم الأرضي للبشر محدوداً ، الذي هو في كل الأحوال ليس سوى مقر إقامة مؤقتة لأبناء الرب الفارين ، فهو أمر لا يستحق كثيراً من الجدال

فقط على هذا الاساس نستطيع ان نفهم الحدة والعدائية التي أثارها جيوردانو برونو ماكتشافه الهائل الذي راح صحية له ان الفكرة القائلة ان كل نجم في السماء هو شمس كشمسنا لم تزل تدوحننا حتى اليوم كما ان التصور بأن عدد هذه الشمس يتجاوز حدود قدراتنا على المشاهدة وهو كبير بدرجة لا متناهية ومشتت في جميع ارجاء الكون اللامتناهي كان له على معاصري برونو في نهاية القرن السادس عشر تأثيراً صاعقاً لأن شعور الاطمئنان بالعيش في عالم وإن كان كبيراً جداً فهو محدود ومنظور ومنطوي في ظل القدرة الالهية اللامتناهية اهتز من جذوره .

قبل كل شيء سجل الناس على هذا الدومينيكي الانفصالي مأخذ التجرد الوقع على اعطاء الكون صفة تقتصر على الله وحده : اللاتناهي في الزمان والمكان . كان هذا استخفافاً واضحاً بالإله ذاته . لا شك ان برونو نفسه قد شعر بهذا الصراع وقد اصر بعناد لسنين طويلة على رفض الذهاب إلى الكنيسة رغم ذلك تمسك باصرار بما اعتقد أنه متأكد من صحته . لقد كان معروفاً بالنسبة له كما هو معروف لمعاصريه ان ادعائه ملاهائية الكون في ذلك الوقت يعتبر جريمة عقابها الموت . لم تنفعه محاولاته لتعليل مقولته عن لاهائية الكون وثباته الأبدى على انها الصيغة التي يعبر فيها الإله عن ذاته ، أي ان الكون يجب ان يكون لا متناهياً لأنه هو الإله بذاته (سنرى لاحقاً ان الحجج المقدمة في معرض هذا النقاش لم تزل تعتبر عصرية ولم تفقد في ضوء الاكتشافات العلمية الجديدة اي قدر من جدتها)

بقدر ما كان المستوى الفكري للنقاش الذي دار بين جيوردانو برونو وبين معاصريه من اللاهوتيين والفلاسفة عالياً بقدر ما كانت الاحداث التي تلتها وأدت إلى الكارثة سخيفة وحانية . في عام ١٥٩٢ كان هذا الفيلسوف المهارب محاصر في جامعة هيلمشتيت (كانت توجد هناك منذ عام ١٥٧٦ جامعة صغيرة ولكنها مرموقة جداً وبقيت قائمه حتى عام ١٨٠٩) ثم في جامعة فرانكفورت . هناك وصلته دعوة من نبيل من البندقية للإقامة عنده . ليس معروفاً سبب قبول برونو لهذه الدعوة . أما الدافع الحقيقي للدعوة فلم يتوضح له إلا بعد فوات الأوان . كان البندقي يأمل من اللاهوتي الاسطوري الذي ملا الحديث عنه الدنيا ان يعلمه فون السحر . وعندما خيب الضيف أمله في هذا الاتجاه اخبر عنه المحاكم الكنسية . بعد محاكمة طويلة استمرت سبع سنوات أعدم الفيلسوف الثائر بالحرق علناً في روما في ١٧ شباط عام

١٦٠٠

إن مصير هذا الرجل لم يزل يهر مشاعرنا حتى اليوم . ان قوة رمزية غريبة تنطلق من الحقيقة بأن



أول اسان توصل إلى الفكرة الهائلة بأن الكون الذي نعيش فيه لا متناه في الكبر قد فتل من قبل قومه سبب هذا الادعاء لكن مهما كانت القصة مخزنة - حيث لا نستطيع ان نتجاهل جور الحكم وبشاعة وقسوة القضاء الجزائري آنذاك بالنسبة لمفاهيمنا الحالية - فلا يجوز ان بمنعنا تعاطفا مع هذا الرجل الصامد واحترامنا لاستشهاده في سبيل العلم من القول بأنه لم يكن مصيباً .

يرهن الفلكيون اليوم بمساعدة تلسكوبات (مناظير) الراديو والمرصد التي تستخدم الأقمار الصناعية ان اللاهاية في الرمان والمكان كانت ولم تزل من امتيازات الإله وحده - سواء أمر به الناس أم لم يؤمروا - أما في هذا العالم فإن اللاهاية غير موجودة بأي شكل من الاشكال لا بل انها غير ممكنة . وهذا يبطق ايضاً على الكون ككل . تكمن الاهمية الفائقة لاكتشاف «التشويش» الذي توصل اليه بينزياس وويلسون بالصدفة عام ١٩٦٥ في انه ، كما بينت جميع البحوث اللاحقة ، يقدم أول برهان ملموس على هذه المقولة لكي نفهم لماذا الأمر كذلك يجب ان توسع قليلاً في هذا الموضوع .

كان عمانويل كانط ايضاً بعد قرن ونصف من جيوردانو برونو يرى من البديهي ان الكون يجب ان يكون لا متناهياً في الكبر وأدياً في الشات . معظم الناس يعرفون هذا الرجل العظيم على انه فيلسوف وحسب . لكن مؤلفه الصادر عام ١٧٥٥ «تاريخ الطبيعة العام ونظرية السماء» لم يزل حتى اليوم (نقص النظر عن اسلوب البناء اللغوي المتعب والمعقد) كتاباً فلكياً قيماً . طوّر كانط في هذا الكتاب نظرية عن نشوء الكواكب - ما يسمى «فرضية اليازك» - بدأت اليوم بعد مرور قرنين من الزمن تبدو على انها التفسير المرحح . يتضمن نفس هذا الكتاب الصفحات التي يصف فيها كانط كأول شخص وجود محرمتا وصورتها المحتملة ويستخلص من المحططات التي حصل عليها من بعض المراقبين الفلكيين بالمنطق الحت وجوب وجود عدد لا محدود من مثل هذه المحررات خارج مجال محرمتا

كان هذا الرجل العظيم يرى ايضاً ، شأنه شأن جيوردانو برونو ، ان الكون لا متناه على الرغم من انه ، كما سرى ، من السهل نسبياً الرهنة بالتأمل المطفي الحت على ان هذا لا يمكن ان يكون صحيحاً . كان كانط ايضاً يعلى لا هائية الكون بكونه من صبح الإله وهو بالتالي لا محدود مثله مثل هذا الإله . بكلمات أخرى نحد ان كانط ينحرف عند هذه النقطة عن حججه العلمية السحت ويتوصل بالتالي إلى استنتاج اصحننا نعرف اليوم انه خاطيء .

أن تكون الأمور على غير هذه الحال فقد تجلى أول مرة لرجل يعمل في الطب هو دكتور فيلهلم اولبرس اندي كان في بداية القرن الماضي يمارس مهنة الطب في مدينة برمين . من المؤكد ان اولبرس كان طبيباً ممتازاً حيث انه حصل على جائزة وضعها نابليون لأفضل دراسة عن الديفتريا . إلى جانب مهنته كان يهتم في اوقات فراغه بشعب هائل بعلم الفلك . في هذا المجال ايضاً كان نجاحه فوق الوسط لقد اكتشف ما لا يقل عن ست نيازك وأثنى من اصل التوامع الكوكبية الأربعة التي اكتشفت على الاطلاق (بالاس وبيستا) علاوة على ذلك فقد حصل في الدوائر الفلكية على شهرة واسعة بطريقته الجديدة في حساب مسارات النيازك .

في يوم من الأيام بدأ هذا الرجل المتعدد الاهتمامات والواسع الذكاء بالتعجب من ظاهرة طبيعية وبسيطة نعيشها جميعاً كل يوم : لماذا يعم الظلام ليلاً . لقد اصطدم أولبرس خلال تأملاته الفلكية بتناقض عريب يبدو ان ما من أحد ممن سبقوه قد لاحظ : اذا كان الكون لا متناهي الكبر وكان ممتلئاً بالجسيمات المتناثرة في كل مكان بصورة منتظمة فإن السماء بكاملها يجب ان تضيء حتى بعد غياب الشمس مصاصة نفس الدرجة كما لو كانت الشمس ساطعة

كانت طريقة برهان هذا الطبيب على مقولته كما يلي . عدد لامتناه من النجوم ينتج كمية لا متناهية من الاضاءة . صحيح ان اضاءة نجم ما تتناقص طردياً وسرعة كلما ابتعد ، بالتحديد طردياً مع مربع بعده . هذا يعني أن شمسنا لو امتلأت عنا إلى ضعف المسافة التي هي عليها الآن لتراجعت قدرتها على الاضاءة والتسخين إلى الربع أو أن أي نجم يبعد عنا مسافة أكبر ألف مرة من بعد الشمس ستكون اضاءته نالسة لنا واحد من مليون من اضاءة الشمس .

حتى هنا يبدو كل شيء على أفضل ما يرام . يبدو أن كمية الاضاءة اللامتناهية التي ينتجها عدد لا متناه من النجوم لا تستطيع بسبب بعد النجوم المتزايد أن تصل إلينا . لكن هذا الاستنتاج كما يبرهن أولبرس هو استنتاج خاطيء وخادع . انه لا يمكن ان يكون صحيحاً لأن عدد النجوم يتزايد مع تزايد المسافة بصورة أسرع من تناقص الاضاءة . يكون هذا التزايد بالتحديد ليس طردياً مع مربع المسافة ، كما هو الأمر بالنسبة لتناقص الاضاءة ، وإنما طردياً مع مكعب المسافة .

لجاول ان تصور ما يعني هذا القول . لمتراض كيفياً تماماً أنه يوحد في منطقة حول الأرض ممتدة ١٠ سبن ضوئية في جميع الاتجاهات ١٠٠ نجم تمد لباليا بضوء خفيف . لحط الآن خطوة إلى الامام وبدخل في اعتبارنا جميع الجسيمات حتى ضعف المسافة اي حتى مسافة ٢٠ سنة ضوئية . سندو لنا عددنا الجسيمات المضافة التي تعد عنا وسطياً ضعف المسافة بسبب بعدها المضاعف على درجة من الانارة تبلغ شدتها فقط ربع شدة انارة النجوم المائة التي اطلقنا منها . لكن وهذه هي النقطة الحاسمة : في المجال الممتد إلى ضعف المسافة يوجد ، في حال التوزيع المنتظم ، عدد من الجسيمات لا يساوي الضعف أو أربعة امثال وإنما ثمانية امثال اي ٨٠٠ نجم . اذا ما ضاعفا المسافة مرة أخرى اي اذا ما اخذنا كرة فضائية حول الأرض قطرها ٤٠ سنة ضوئية فإن درجة اضاءة الجسيمات المضافة ستترجع إلى واحد من ستة عشر (مربع المسافة المضاعفة اربع مرات) لكن العدد الاحتمالي للجسيمات المضافة سيرتفع إلى ٦٤ ضعفاً (مكعب المسافة المضاعفة اربع مرات) .

وهكذا تسير الأمور مع كل تكبير للمسافة . يتزايد عدد الجسيمات بصورة أسرع بكثير من تناقص اضاءتها . يتعلق هذا ببساطة بكون حجم الكرة الفضائية التي اعتمدناها في تجربتنا هذه حول الأرض يتنامى أسرع من سطحها الذي تظهر عليه النجوم من المنظور الذي نحن فيه

لذلك يجب ، هكذا يستنتج أولبرس ، ان يأتي وقت ما ، وحتى لو مهما بعدت المسافة ، بحيث يصل اخيراً إلى الحد الذي يعوض فيه تزايد عدد النجوم السريع تناقص اضاءتها الأقل سرعة ومن ثم

ينحاوره . بما انه في الكون اللا متناهي الكبر سيتم تجاوز هذه المسافة الحدية في كل الأحوال فإن السماء يجب أن تبقى مضاءة ليلاً كما هي مضاءة نهاراً

من حسن الحظ اننا نستطيع ايضاح المشكلة التي عالها اولبرس بطريقة اسهل علينا فقط ان نتصور انه عندما يحتوي الكون عدداً كبيراً لا متناهياً (بؤكد : ليس كبيراً جداً لدرجة غير قابلة للتصور وانما كبيراً جداً لدرجة لا متناهية) من النجوم فإنه سيكون في كل نقطة من السماء عدد لا متناه من النجوم تصطف خلف بعضها البعض عدد لا متناه من النجوم في كل نقطة من نقاط السماء سيصدر اضاءة لا متناهية وسيصل إلى الأرض منها مقدار لا متناه بغض النظر عن المسافة التي يقي فيها تورع النجوم متطماً

بناء على ذلك استخلص اولبرس : «إن الظلام يجب ان لا يحل ابدأ، حتى ولا في الليل» . لم يكن هناك من يستطيع بقضه ، لأد حساناته واستنتاجاته كانت غير قابلة للنقض . لكن رغم كل هذا التهاكسك المطلق في الدهان لم يكن احد يستطيع ان يفي ان الظلام يحل ليلة بعد ليلة على الأرض . بذلك أوجد اولبرس بطرح سؤاله تناقضاً من النوع الكلاسيكي .

استعان اولبرس ومعاصروه للحجج من هذا المأزق المخرج بالافراض أن الكون قد يكون «غير شفاف» عما فيه الكفاية . لا شك ان الفكرة صحيحة تماماً من حيث المبدأ اذ أصبح معروفاً اليوم أنه يوجد فعلاً في الكون كتل هائلة من الغبار ، تدو كغيوم داكنة مترامية الاطراف أو كخار متناثر بكثافة قليلة يسمى الغبار الكوني ، تخفف الضوء القادم من النجوم البعيدة أو تمتصه (تجذبه) تماماً بهذا بدا وكأن المسألة قد حلت بصورة مرضية . اذا كان ضوء النجوم لا يصل إلينا كاملاً تكون الفرضيات النظرية المقصحة التي انطلق منها اولبرس لا تتحقق عملاً وبالتالي النتائج

هكذا بدا وكأن النظام القديم الحيد والريح قد عاد على أحسن ما يرام . لكن هذا لم يكن سوى مظهر مضلل لأن هذا المهرب خلق تناقضاً جديداً . اذا كانت المشكلة التي طرحها اولبرس تنطلق من فرضية الامتداد المكاني اللا نهائي للكون فإن الحل الذي وضع لها يصطدم مع فرضية الامتداد الزمني الأبدى لهذا الكون .

اذا كان يوجد في الكون غيوم داكنة تمتص الضوء المسعث من النجوم عدتد يجب ان يكون هذا الضوء (هكذا يمكن ان نستنتج اليوم) قد سحُ من زمن طويل هذه الغيوم الداكنة إلى درجة تصبح معها هي نفسها مضيئة كالنجوم ، إذ لا بد ان تبقى الطاقة المنطلقة من النجوم في مكان ما في النهاية لأن ما من شيء يعني في الكون . عندما لا تصل إلينا هذه الطاقة لأن غيوم الغبار تمتصها فإنها ستبقى اذن في هذه الغيوم . ومهما كانت هذه الطاقة التي تجمعها الغيوم عبر زمن طويل بصورة لا متناهية ضعيفة فإن هذه الغيوم ستلتهم حتماً مكرراً أو متأخراً وتصبح مضيئة كالنجوم . وهكذا نكون قد عدنا ، فيما يخص مشكلة اولبرس ، إلى النقطة التي انطلقنا منها .

اليوم اصبحنا نعرف اين يكمن الخطأ . ان الكون ليس لا متناهياً لا في الكبر ولا في القدم . لا في المكان ولا في الزمان . بهذا تسقط النقطة الحاسمة في تناقض اولبرس . ان النقطة الأساسية في طريقة

برهان الملكي الهاوي العد هي «المسافة الحدية» الحرجة لم نزل تذكر : ان اولرس استخلص من حساباته بصورة صائبة تماماً ان تناقص اضاءة النجوم سيعوّض اعتباراً من مسافة معينة بسبب تزايد عددها بنسبة أكبر طردياً مع تزايد المسافة .

هذه المسافة الحدية يمكن حسابها وهي تبلغ حوالي  $10^{10}$  أي ١٠٠ تريليون سنة ضوئية . استناداً إلى هذا الرقم يتضح فوراً لماذا يجل الظلام ليلاً . إن الكون هو اصغر بكثير مما تصور اولرس ومعاصروه . إنه ليس لا متناهياً وحسب بل هو صغير جداً لدرجة ان تزايد عدد النجوم المطرد لا يبلغ النقطه التي يصبح معها ، حسب حسابات اولرس ، فعلاً . ان أكبر مسافة كونية واقعية بالنسبة لنا تبلغ حوالي ١٣ مليار سنة ضوئية وهذا الرقم لا يساوي سوى عشرة إلى مليار من مسافة اولرس الحدية . (سوف شرح لاحقاً الاسباب التي تدعونا إلى الاعتقاد ان للكون في الوقت الحالي هذا القدر من الامتداد) . في كل الأحوال يبقى مؤكداً اننا نحصل كلما حل الظلام على برهان ملموس على ان الكون ليس لا متناهيلاً في المكان ولا في الزمان .

بدلك نكون قد عدنا إلى الدوامه الذهنية التي انطلقنا منها في بداية هذا الفصل . اذا كان الكون لا متناهياً في الكبر فكيف يمكن ان يكون محدوداً ؟ كيف يمكن ان تصور مثل هذه المحدودة للعالم ؟ كيف يمكن ، تعبير آخر ، أن نحل مشكلة الحدود النهائية التي تحتوي كل ما يوجد بدون استثناء بحيث لا يوجد «خارج» بعد ؟ ان عدم امكانية تصور مثل هذه الحدود هو في النهاية السبب الذي جعل اسلافنا يفترضون ، منذ ان بدأوا تكوين افكار عن هذه المسألة ، بدهة كون العالم لا متناه . وقد كان هذا يطبق حتى على اولرس على الرغم من انه توصل إلى الرهان الحاسم على العكس .

إن «عدم القدرة على التصور» الذي يعتبر الخبرة التالية التي اكتسبها العلماء عبر تأملاتهم هو حجة رديئة ومعرضة للظن عندما يتعلق الأمر بدراسة الكون ككل . يعتبر هذا الاكتشاف احد الانجازات العظيمة التي حققها ألبرت اينشتاين . ان البدهة التي كان ينطلق منها البشر دائماً حتى حصول هذا الاكتشاف الفني ، والقائلة بأن العالم والطبيعة التي نعيش فيها حتى اعماق اعماقها واغمض اسرارها ليست قابلة للفهم وحسب بل وعلاوة على ذلك يجب ان تكون مبنية بشكل يجعلها تخضع للقدرات التصويرية لدماغنا ، هي في الواقع ليست سوى تعبير آخر عن جنون التمرکز الذي نضع انفسنا فيه . ينطبق هذا نفس المقدار على ميلنا العنيد والغريزي حتى اليوم إلى رفض تفسيرات بعض الخصائص العينية للعالم على انها خاطئة فقط لأنها غير مرضية بالنسبة لنا .

اية سذاجة نكمن وراء توقعنا ان كل هذا العالم الذي نجهه أمامنا بكل ما فيه من شياء وما ينجنيء فيها من اسباب يجب ان يتسع له حجم دماغنا بالتمام والكمال . لن نخاطر لنا هذه الفكرة الغامرة عند اي كائن آخر عدانا . عند جميع اشكال الحياة الأخرى التي نعرفها نفتتح ان هذا غير نكر اطلاقاً . اننا لانحد ما يقلق في ان لا تعرف النملة شيئاً عن النجوم . ان يكون الواقع الذي يعيشه فرد أقر بكثير من واقع العالم الذي يعيش فيه يبدو لنا ايضاً على انه أمر طبيعي . لكن اذا ما راقبنا فرداً بعناية يمكن ان يغمرنا شعور بالاحاط عندما ندرك كم هي قريبة النقطة التي وقف عندها هذا الحيوان في تطوره العقلي

من امكانية التفكير الذكي ، وكم هو يائس احتمال تحاوزه هذه القطة لكن ما من احد ما يرى ان هذا الأمر يستحق التفسير او يرى فيه ما يثير التساؤل بل يبدو لنا طبعياً تماماً ان يكون الأمر كذلك . ينطبق هذا أيضاً على نظرتنا لأسلافنا وللأشكال الأخرى لـ«اسان ما قبلنا» . لم يكن اسان بيادرنال يعرف أي شيء عن الصبغيات الوراثية ولا عن وجود الدرة بكاملها بغض النظر عن سيتها المعقدة رغم ذلك لم تنشأ لا آلية التوريث ولا بنية الدرة مع اكتشافها لها بعد عدة آلاف من السنين . لولا وجود الصبغية الوراثية لما تمكن انسان بيادرنال من متابعة الاستمرار . في زمانه أيضاً كانت تتحدد مواصفات المواد التي يصنع منها ادواته البدائية بالبنية المختلفة للدرات التي كانت انذاك تتكون منها أيضاً .

لم يكن انسان نياندرنال يدرك أي شيء عن مجالات العالم المحيط به ولا عن المحالات الكثيرة الأخرى التي اصحاحا يدركها اليوم ليس لأنها لم تكن قد صادفته أو لأن اهتماماته لم تكن تتحرك في هذا الاتجاه . اما تستطيع ان ندعي تأكيد كاف ان دماغه لم يكن قد تطور بما يكفي ليتمكن من ادراك اجزاء الواقع التي تخفي حلف واجهة ما تراه العين . لا يسبب لنا أية صعوبات ان نفترض ان اجزاء كبيرة من العالم لم تكن موجودة بالسلة لادراكات هذا الاسان البدائي لأن دماغه ببساطة لم يكن قادراً على دراكها

نفس القاعة تصبح دفعة واحدة صعبة بالسلة لنا عندما يتعلق الأمر بما انفسا عندئذ تنصرف فحاه وكأن كل هذه المياريات من السنين في عمر التطور لم يكن لها سوى غرض واحد وحيد هو السعي للوصول بما إلى هذه المستوى من التطور الذي نحن عليه الآن . بعدئذ نعرض الحجاج هكذا وكأن دماغنا قد بلغ في هذه المرحلة التي نعاصرها صدفة أعلى درجة ممكنة من التطور بحيث يستطيع استيعاب كل هذا العالم بكل ماله من حصائص وقوانين .

إن الحقيقة تكمن في أن وضعنا لم يختلف كثيراً من ناحية المدأ عن وضع اسان بيادرنال . لا شك أن معارفنا عن حصائص الكون قد قطعت شوطاً بعيداً خلال الوقت الفاصل بيننا لقد تطور دماغنا كما أن النتائج التي راكمناها عن بحوث ودراسات آلاف العلماء خلال مئات السنين قد فتحت أمامنا آفاق النفاذ الى ما يخفي حلف ما نراه بالعين المجردة غير أن هذا التقدم الحاصل خلال المائة الف سنة الأخيرة ليس سوى نقطة في بحر إذا ما قارناه باعداد الكون الهائل بكل ما فيه من طواهر وتعقيدات لا يمكن تصورها

عندما نضع مساعدة هذه التأملات المعابير في أماكنها الصحيحة يتجلى لنا مقدار سداجة توقعنا بأن العالم بكل جريثاته يجب أن يكون مفهوماً وواضحاً بالنسبة لنا . كما انه يصبح عندئذ من الأسهل علينا أن نقنع أن المواقع التي لا نستطيع فهمها هي تماماً هناك حيث تتعد بحوثنا عن شروط الوسط اليومي المعتاد . لذلك ليس هناك ما يبعث على العجب أن تكون الظروف في داخل الدرة وفي أقصى حدود الكون هي التي يصعب علينا تصورها وتبدو لنا «غير واضحة» . إن السبب الحقيقي للتعجب يكمن أكثر في أننا لا نستطيع على الاطلاق أن نضع تصورات مفيدة عن تلك المناطق من الكون أيضاً وإن كان يتوجب علينا

أن نكتفي بمعادلات رياضية ذهبية تجريدية تتضمن رموزاً غير واضحة .

إن الاكتشاف القائل بأن الكون ككل يختلف عما تعودنا عليه وعما يتناسب مع قدراتنا على التأمل والتصور هو انجاز فريد قام به البرت أينشتاين . كانت خلاصة تأملاته هي النظرية النسبية الاسطورية التي يقود اسمها الى التضليل . انها لم تعد نظرية بعد . على الأقل منذ ذاك اليوم من شهر آب عام ١٩٤٥ عندما تدمرت هيروشيا ، لأنه بدون اكتشاف أينشتاين حول تفاعل المادة والطاقة لما كان صنع القنبلة الذرية ممكناً . كما انها علاوة على ذلك لم تكن نظرية منذ البداية بالمعنى الذي لم يرل يطنه كثير من الناس وهو أنها تكهر تحميي تم التوصل اليه في المكتب . على العكس من ذلك استندت نقطة انطلاقها على نتائج تجريبية ، أي على وقائع علمية ، لم يكن فهمها ممكناً بمساعدة القوانين الطبيعية المعروفة حتى ذلك الحين . كانت أهم نقطة انطلاق هي النتيجة الغامضة لتجربة قام بها الفيزيائي الامريكي البرت ميشلرون في عام ١٨٨١ في شيكاغو .

قام ميشلزون بتصميم جهاز يمكنه بواسطة ترتيب معين لعدد من المرايا من قياس سرعة الضوء القادم من الشمس بطريقتين احدهما بصورة عمودية على مسار الأرض والأخرى بصورة يتوجب معها جمع سرعة الأرض على مسارها الى سرعة الضوء . صحيح أن سرعة الضوء تبلغ ٣٠٠٠٠٠ كم في الثانية وسرعة الأرض بالنسبة للمنع الصوئي ، أي الشمس ، تبلغ فقط ٣٠ كم في الثانية لكن رغم ذلك كان يتوجب أن تكون النتيجة في الحالة الاولى ٣٠٠٠٠٠ كم وفي الحالة الثانية ٣٠٠٠٣٠ كم في الثانية ، أي أن الفرق كان زهيداً . لكن ميشلزون كان قد صمم أجهزته بشكل مارع بحيث كانت قادرة على قياس الفرق بدقة كاملة

تكمس الاهمية التاريخية لهذه التجربة في أنه عند القياس لم يظهر أي فرق . في كلا الحالتين حصل ميشلزون على نفس الرقم وهو ٣٠٠٠٠٠ كم في الثانية . كان هذا الامريكي يستطيع تدوير جهازه كما يشاء لكن سرعة دوران الأرض وبكل بساطة لم تقبل الإضافة الى سرعة الضوء . بما أن شروط اجراء التجربة كانت سهلة نسبياً وواضحة فقد بدت النتيجة مفادحة تماماً وغامضة لأن ما من أحد يشك بحقيقة دوران الأرض حول الشمس .

أعيدت التجربة في السنين التالية مراراً لكنها أعطت دائماً نفس النتيجة (السلبية) مما أفقد الفيزيائيين صوابهم . كان أينشتاين أول من توصل في عام ١٩٠٥ الى اعطاء تفسير لهذه الاحجية . على الرغم من أن تفسيره بدا هريلاً في البداية فإنه كان الأساس الذي سى عليه «نظريته» الشهيرة . يمكننا القول ان أينشتاين تمكن من حل مشكلة تجربة ميشلزون لأنه لم ينطلق كغيره من النتيجة التي توقعها الجميع وإنما انطلق من النتيجة الفعلية واعتبرها صحيحة على الرغم من أنها كانت تبدو على أنها تخالف جميع قواعد المنطق السليم .

كانت النتيجة التي يتوقعها الجميع ويعترونها بديهية هي أن سرعة دوران الأرض يجب أن تضاف الى سرعة الضوء . لقد كانت الحالة واضحة تماماً كحالة المسافر في قطار الذي يتمشى داخل هذا القطار . إذا كان القطار يسير بسرعة ١٠٠ كم في الساعة وكان المسافر يتحرك داخل القطار بسرعة ٥ كم في الساعة

باتجاه حركة القطار عندئذ تكون سرعة المسافر بالنسبة للأرض خارج القطار ١٠٥ كم في الساعة . هذه النتيجة صحيحة ويمكن قياسها ، لأن سرعتين ، سرعة القطار وسرعة المسافر المتحرك داخل القطار ، يجمعان الى بعضهما البعض . في الحالة المذكورة ، تتفق النتيجة تماماً مع مبدأ «القابلية اللاحدودة لجمع السرعات» الذي كان معروفاً في علم الحركة الكلاسيكي وكان يبدو بديهياً .

على ضوء هذا المبدأ كان غير مفهوم لماذا لم تحصل عملية جمع السرعتين في تجربة ميشلزون صحيح أن إحدى السرعتين التي يجب جمعها - وهي سرعة الضوء - كانت في هذه التجربة أكبر بكثير من السرعتين المدروستين في حالة القطار لكن هذا الفرق لم يكن ، كما كان يبدو لهم آنذاك ، ليؤثر بأي حال من الأحوال على مبدأ التجربة وعلى النتيجة المتوقعة

كانت الحفظة المبكرة لأينشتاين تكمن في افتراضه أن الفرق بين نتائج التجربتين ربما يتعلق فعلاً بالتفاوت الكبير بين السرعات . على الرغم من أن هذا الافتراض كان يبدو غير اعتيادي وغير منطقي فقد انطلق منه أينشتاين قائلاً : ربما يكون العالم في مجال السرعات الكبيرة جداً كسرعة الضوء مختلفاً عنه في مجالات الحياة اليومية التي اخترناها .

في أثناء هذه التأملات تزايد لدى أينشتاين الشك بصحة مبدأ «القابلية اللاحدودة لجمع السرعات» الذي كان يبدو منتهى البدهية . كان هذا المبدأ يبدو للوهلة الأولى مقنعاً ولا يحتاج الى أي برهان . لكن عند متابعتة الى النهاية يؤدي في حالته القصوى الى نتائج مشكوك بها . القابلية «اللاحدودة» للجمع تعني مبدئياً أننا نستطيع جمع السرعات الجزئية الى بعضها البعض حتى نصل أخيراً الى سرعة لا نهائية . لكن السرعة اللانهائية لا يجوز أن تكون موحدة في الواقع ، هكذا استخلص أينشتاين ، لأساسي هذه الحالة ستمكن من اجتياز الكون «لحظياً» وهذا طبعاً هراء . بذلك كانت نقطة الانطلاق للخطوة الحاسمة قد وجدت وكان أينشتاين الانسان الأول الذي قام بذلك : إذا كانت السرعة اللانهائية غير ممكنة فلا بد من وجود سرعة قصوى ، سرعة حدية عظيمة ، لا يستطيع تجاوزها أي شيء ، لا المادة ولا الاشعاع ولا أي شيء آخر .

إذا كان الأمر كذلك فإن النتيجة الغامضة لتجربة ميشلزون تصبح واضحة ومفهومة . لم تعد هناك حتى حاجة الى تحليلها . كان يكفي فقط الافتراض أن سرعة الضوء هي هذه السرعة القصوى التي لا يستطيع تجاوزها أي شيء في هذا الكون . عندئذ يصبح واضحاً لماذا لا تقبل هذه السرعة الجمع الى أية سرعة أخرى . إن نتيجة تجربة ميشلزون ، هكذا أمهى أينشتاين تأملاته ، لا تقل التعليل إلا ما افتراض أن ما من شيء يستطيع أن يتحرك أسرع من الضوء ، أي أسرع من ٣٠٠٠٠٠ كم في الثانية ، حتى ولا الضوء ذاته . لقد اضطررنا في القرون الأخيرة خلال دراساتها وبحوثنا عن الطبيعة الى التعود مراراً وتكراراً على أن الواقع يختلف عما كنا نعتقد . لقد تعلمنا أن البرق والرعد لا تتجهها الآلهة الغاضبة وإنما حقول كهربائية لا مرئية لا نستطيع تصورهما . لقد تعودنا على ذلك واستخلصنا منه العبر المفيدة . انا نستطيع ذكر العديد من الأمثلة ابتداء باكتشاف كروية الأرض وانتهاء بالمفاجأة الكبيرة بأن الكون متناه . لم نتوقف طويلاً في أي من هذه الحالات عند السؤال ، لماذا هو الأمر كذلك . علينا أيضاً فيما يتعلق

سرعة الضوء أن تصرف نصفاً مماثلاً . ليس من أحد يستطيع أن يقول لنا لماذا سرعة الضوء هي أعلى سرعة ممكنة حتى ولا أينشتاين نفسه . إنها كذلك وحسب . إن تجربة ميشلزون تقدم لنا البرهان القاطع ولا يبقى أمامنا سوى قبوله كحقيقة - حتى ولو مهما تناقضت هذه الحقيقة مع تصوراتنا المعتادة ، وحتى لو تناقضت مع منطقنا . لكن سرعة الضوء وخصائصها المتميزة هي من خصائص الكون وليس هناك ضرورة لأن يتطابقا .

تعتبر هذه القاعة الاعطاف الحاسم الذي جلبته معها النظرية النسبية من فهمها يكون قد أدرك الأهمية الانقلابية لهذه النظرية . لقد أصبح واضحاً منذ أينشتاين أن الجواب على السؤال عما يجعل العالم متساوياً داخلياً يختلف عما كان أسلافنا يتمنونه منذ آلاف السنين : إنه ببساطة غير ممكن . ما من أحد يستطيع أن يقول لنا لماذا تبلغ سرعة الضوء في الفراغ تماماً  $299792,5$  كم في الثانية (هذا هو المقدار الدقيق المحسوب اليوم) ولماذا هذا الرقم بالذات يحدد أعلى سرعة ممكنة في هذا العالم . علينا أن نقبل هذا الأمر كما هو . ينطق نفس الشيء على النتائج المترتبة الزامياً على هذا الاكتشاف .

تشكل هذه النتائج المحتوى الخاص للنظرية النسبية . لا نود الدخول في تفاصيل هذه النظرية لأنها صعبة ولا يمكن شرحها إلا بمعادلات رياضية معقدة . إلا أنني أريد أن أوضح بمثال واحد السبب الذي يجعل من حقيقة كون سرعة الضوء هي أقصى سرعة ممكنة قضية ذات نتائج خطيرة وهامة : في حال عدم وجود أية امكانية في الكون لاجراء الاتصالات وللقيام بملاحظات معينة أسرع من الضوء يصبح مثلاً مفهوم «التطابق الزمني» عديم المعنى .

إذا أردنا أن نعر يدقة فإننا نستطيع القول ان علماء الفلك لا يشاهدون ولا يراقبون في قبة السماء سوى أشباح ، لأن الأجسام السماوية التي يشاهدونها بمناظيرهم ويصورونها بأجهزتهم لم تعد موحدة . إهم يرون بسبب السرعة النهائية للضوء الجسم الذي يبعد عنهم عشر سنين ضوئية كما كان قبل عشر سنين صحيح أن هذه الحالة غير ذات أهمية بالنسبة للملاحظة الفلكية العلمية ، لكن من الناحية الدقيقة والصحيحة فإنها ذات أهمية أساسية ، لأننا لن نتمكن أبداً ولا بأية طريقة من الطرق ولا في أي وقت من الأوقات أن نرى هذا النجم أو غيره من النجوم كما هو فعلاً في اللحظة التي نراقبه فيها .

سنفترض الآن ان ركانين قد انفجرا في «نفس الوقت» أحدهما على الأرض والآخر على هذا الكوكب الذي يبعد عنها عشرة سنين ضوئية . ماذا تعني عندئذ كلمتا «نفس الوقت» ؟ لا نحن ولا مراقب مفترض على الكوكب البعيد يستطيع أن يعيش الانفجارين في نفس الوقت . إن صورة الانفجار تحتاج الى عشر سنين لقطع المسافة.وعما أن سرعة الضوء هي أقصى سرعة ممكنة فلا يوجد أي شيء يستطيع أن يخبرنا نحن أو يخبر المراقب الآخر بزمن أقصر عن حصول أو عن توقيت الانفجار لدى الشريك الآخر

هذه الحالة وحدها تجعل من مفهوم «التطابق الزمني» ، عندما نفكر فيه بعمق ، قضية باهتة لا وجود لها طبعاً يمكن لاحقاً بعد معرفة المسافات وبمساعدة الحسابات الرياضية ومهما قوانين النسبية معرفة ما إذا كان الانفجاران قد حصلا قبل عشر سنين في نفس الوقت لكن أن نعيش الحالة أو نشاهدها مباشرة فهو أمر مستحيل إطلاقاً . هذه الامكانية يمكن أن تتوفر فقط لمراقب يتواجد صدفة على



كوكب ثالث ثابت يقف تماماً في الوسط بين الكوكبين اللذين حصل عليهما الانفجاران هذا المراقب سيرى فعلاً الانفجارين يحصلان في نفس الوقت - وإن كان سيراها بسبب موقعه المتوسط بعد خمس سنين من حصولهما .

قبل أن نتسرع في التعبير عن الرضى بهذا «التطابق الزمني» المشروط يتوجب علينا أن نعرف أنه لم ترل هناك مشكلة في غاية التعقيد . لنفترض أن مراقباً رابعاً يركب صاروخاً سريعاً يندفع نحو الأرض ماراً أمام المراقب الثالث الموجود على الكوكب الثالث المتمركز في الوسط وأنه قد وصل إليه تماماً في نفس اللحظة التي رأى فيها الانفجارين (وإن كانت رؤيته لها متأخرة خمس سوات) . هذا يعني أن المراقب الموجود في الصاروخ سيكون في هذه اللحظة أيضاً تماماً في الوسط بين الانفجارين . ماذا سيرى ؟ على الرغم من أن الرجل الراكب في الصاروخ يراقب في هذه اللحظة من نفس النقطة التي يراقب منها زميله على الكوكب الثالث فإنه لا يرى الانفجارين في نفس الوقت . بسبب السرعة الهائلة التي يتحرك بها متجهاً الى البركان الأرضي تصله الأشعة الضوئية القادمة من هناك بعد تلك القادمة من البركان الذي يتعد عنه بنفس السرعة . الآن أصبح الإرباك كاملاً . أيها «مصيب» إذن ؟ المراقب الواقف على الكوكب الثالث أم الرجل الراكب في الصاروخ ؟ الأول يدّعي أن كلا الراكبين قد حصلا في نفس الوقت . أما الطيار فيعارض هذا بحجة وهو مستعد للبرهنة على صحة ادعائه بعرض فلم مصور إذا لزم الأمر . أيها إذن مصيب ؟ أيها يعر صحيحاً عن «الحالة الفعلية» ؟

كان جواب آيشتاين على هذا السؤال : «كلاهما» . إنه ليس ممكناً تفضيل إحدى نقطتي المراقبة على الأخرى واعتبارها هي «الوحيدة الصحيحة» ليس هناك أي معيار يعطينا الامكانية لاتخاذ هذا القرار الاستنتاج التوحيد الممكن في هذه الحالة هو الافتناع بأن «التطابق الزمني» (نفس الوقت) غير موجود في الواقع - في كل الأحوال غير موجود عندما يتعلق الأمر بمسافات كبيرة جداً وبسرعات عالية جداً . إن مسألة التطابق الزمني لحدثين تتعلق بحركة وسرعة المراقب . بناء عليه فإن الزمان يتعلق إذن بـ «الحالة المكانية» (أي السرعة) للمراقب . يستخلص من ذلك أن جميع المقولات حول الزمان يجب أن تراعي الشروط المكانية . بكللمات أخرى . هناك علاقة («تناسب») بين الزمان والمكان . من هنا جاء اسم النظرية النسبية . هناك علاقة متبادلة بين المكان والزمان .

توصل آيشتاين بمتابعة هذه الأفكار الى الاكتشاف بأن الزمن في السرعات العالية القريبة من سرعة الضوء يمر ببطء<sup>(١)</sup> وأما المادة في الواقع ليست سوى حالة معينة للطاقة . كما توصل بعد عشر سنين ، في

---

(١) لو أن مسافراً في مركبة فضائية قام رحلة سرعة الضوء واستغرقت تلك الرحلة سنة ضوئية كاملة (مقياسية مرافقة له في الرحلة أشارت الى انقضاء سنة كاملة) ثم عاد الى الأرض فإنه لم يجد عليها أحداً ممن كان يعرفهم جميع من يعرف ماتوا مد زمن بعيد . ويعطى رقم في هذه الحالة لعدد السنوات المكافئة التي انقضت على الأرض خلال الرحلة المذكورة . وقد استخدمت هذه الفكرة في قصص الخيال العلمي وفي محاولة لتفسير ما يسمى بالصحون الطائرة

عام ١٩١٥ ، الى الاقتناع بأن المكان ، شأنه شأن الزمان ، ليس «مطلقاً» كما أن الزمان يتعلق بالمكان فإن خصائصه تتحدد (وتتغير) بواسطة ما يحتويه من مادة . وبما أن الكون ممتلئ بالمادة الموزعة فيه توزيعاً منتظماً فإنه يجب أن يكون تبعاً لكميتها وتوزعها «محدباً» (مكوراً) .

لا يمكن الرهان على ذلك إلا بواسطة معادلات رياضية معقدة . لهذا سنكتفي بالقول انه لم يعد يوجد اليوم في العالم فيزيائي أو رياضي جاد يشك في هذه الاستنتاجات للطريقة السببية . على من يرى أنه مضطر الى الاعتراف بأنه لا يستطيع أن يتصور «مكاناً محدباً» أن لا يخشى أن هذا يشير الى نقص في الذكاء أو في المعرفة . حتى أينشتاين لم يكن في وضع أفضل . ما من انسان يستطيع أن يتصور تحدب المكان أو تحدب الفضاء لكن المعادلات الرياضية تبين أنه محدب .

تشبه المعادلات الرياضية المركبات الفضائية التي يطلقها العلماء ، الذين وصلوا الى الحدود القصوى لقدرتهم على التصور ، على أمل أن تعود اليهم حاملة بعض الأجوبة عن وقائع العالم الموجودة حلف هذه الحدود . عندما حاول أينشتاين أن يعرف شيئاً عن الطريقة أو الحالة غير القابلة للتصور والتي يمكن أن يكون فيها الكون المنتهي محدوداً حصل على الجواب بأن الفضاء الكوني محدب وهو لذلك لا يحتاج الى حدود

مهما بدت هذه المقولة غامضة فهي مرصية بصورة فائقة . لماذا ؟ لأننا نستطيع احراء مقارنة بسيطة نعرفها بادراكاتنا الحسية تشبه هذه الحالة . هذا التشابه براه في حالة «سطح الكرة» . يمكن النظر الى سطح الكرة على انه مستو ذو بعدين مستويين أما بعده الثالث فهو محدب بحيث يتحرك مغلقاً على ذاته . كنتيجة لهذا التحدب يصبح سطح الكرة متناهيّاً على الرغم من أنه لا محدود (لا حدود له) . مهما بدا هذا الرطب بين خصائص الكرة وخصائص الكون للوهلة الاولى متناقضاً فإن كل شخص يستطيع بمجرد النظر الى كرة عادية أن يقتنع أن ما قلناه صحيح

تماماً بنفس الطريقة ، هكذا ندعي معادلات أينشتاين ، يتحدب الكون الثلاثي الأبعاد في بعده التالي الأعلى (في هذه الحالة الرابع) بحيث ينغلق على ذاته دون أن تكون له حدود . إن هذه المقولة مرضية لأنها تحورنا أخيراً من الدوامة الدهية التي سبق وأشرنا إليها مراراً . حتى وإن كنا لا نستطيع تصور ذلك فإننا نعرف الآن على الأقل ان الكون غير محدود ومتناهي في الكبر في آن واحد . قد يدفع غموض حل هذه المشكلة الكثيرين الى الشعور بحيرة الأمل . يجب أن لا نثير فينا هذه الحالة بعد كل ما عاجلناه حتى الآن

== إن ساعة أو مقيانة أرضية مهما كان نوعها إذا تحركت بسرعة الضوء تتعطل تماماً آلية عملها الداخلية ولن تعمل كميقاتية طالما السرعة هي سرعة الضوء لأنها هي نفسها تكون قد تحولت الى ضوء . أما إذا كانت سرعة الرحلة قريبة جداً من سرعة الضوء فإن الميقاتية ستتحرك ببطء كبير وكلما نقصت سرعة المركبة كلما زادت حركة الميقاتية الداخلية وهي تعود لعملها الطبيعي في شروط السرعات الأرضية

إن زيادة معدل استهلاك الطاقة يؤدي لصعط الرمز (تعلصه) وتجميع معدل استهلاك الطاقة يؤدي لط الرمز (استطالته) . إن فطا يقوم برحلة حول الأرض بسرعة ١٠٠ كم / س يستغرق ٤٠٠ ساعة . راجع في هذا الصدد كتاب . تطور الأفكار في الفيزياء . ترجمة الدكتور أدهم السها . ملاحظة من المراجع .

كثيراً من الدهشة . إننا نتحرك في مسألة حدود الكون على الأطراف الفصوى لفكرة أدمعنا ، الناشئة في شروط أرضية ، على الاستيعاب

لذلك يجب أن نكون حذرين في استخلاص أمور أخرى أكثر من المقارنة التي حاولنا بواسطتها توضيح المعلومات التي تقدمها لنا «مركبات الفضاء الرياضية» يمكن النظر الى هذه المقارنة على انها برهان على حقيقة وجود بعد رابع . إذا كان الكون الثلاثي الأبعاد يجب أن يتحدب في «بعده التالي الأعلى» فإن هذا «البعد التالي الأعلى» يجب أن يكون موجوداً حقاً . رغم ذلك فإن الحذر مطلوب هنا . لقد قما بالمقارنة مع سطح الكرة بترجمة المعلومات العامضة التي تقدمها لنا المعادلات الرياضية وما من أحد يعرف عما إذا كنا قد شوهدنا أو زورنا الرسالة الأصلية عبر هذه الترجمة . لذلك قد يكون حاطئاً أن نستخلص من الخبر المترجم - أي من النموذج الذهني لسطح الكرة - معلومات أخرى . لقد اصطدنا هنا نهائياً بحدود لا تستطيع أدمعنا تجاوزها كما أن «المركبات» الرياضية لا تستطيع أن تجلب لنا معلومات اضافية عما يوجد خلف هذه الحدود .

عليّ أن أعترف أنني أكمش نفسي أحياناً متلبساً بالتفكير انه قد يكون هناك مراقب ينظر إلينا من البعد الرابع ويرى كيف نجهد أنفسنا عبثاً لتصور «الكون المحدث» وكيف أننا نصطدم مرة تلو المرة لا بحدود الكون وإنما بحدود أدمعنا ذاتها . قد يعمره عندئذ أيضاً شعور بالاحباط عندما يدرك كم هي قريبة النقطة التي وقفنا عندها في تطورنا العقلي من امكانية تصور البعد الرابع وكم هو يائس احتمال تجاوزنا لهذه النقطة .

بعد مرور ما يزيد عن ٣٠٠ سنة على اعدام جيورداووروف (حيث كُرم الموقع الذي أعدم فيه منذ عام ١٨٨٩ نصب تذكاري) وجد العلم جواباً على السؤال حول هيئة الكون ككل . انه مغلق في ذاته ولذلك غير محدود لكنه متناه

إن مركبة فضائية حيالية تتحرك بسرعة الضوء وتسير رماً طويلاً كافيًا وبدقة تامة دائماً نحو الأمام سوف تعود حتماً بسبب هذه البنية للكون بعد زمن طويل جداً (على الأرجح بعد ٢٥ الى ٣٠ مليار سنة) الى نفس النقطة التي انطلقت منها . مهما كان توجيه القبطان للسفينة مستقيماً ودقيقاً فإن النتيجة لن تتغير لنفس السبب الذي يجعلنا على سطح الكرة ، على سطح الكرة الأرضية مثلاً ، نعود الى نفس النقطة التي انطلقنا منها مهما حاولنا جعل حركتنا نحو الأمام دقيقة ومستقيمة .

أيضا توجه ركاب هذه السفينة الفضائية الخيالية فإنهم لن يشعروا في أي وقت من الأوقات بتحديد لحريتهم في الحركة . سوف يرون من كل نقطة على طريق رحلتهم نفس المنظر : عدداً لا محدوداً من النجوم والمحرات المتوزعة بانتظام في جميع اتجاهات الفضاء مهما امتد بهم البصر . أن يتحركوا في رحلتهم بسبب الخصائص المتميزة للفضاء الذي يعبرونه دائماً فقط على مسارات تتحدب في البعد الرابع وتتعلق بالتالي على ذاتها فإنهم لن يلاحظوا أي شيء من هذا القبيل . إن أدمعهم ليست قادرة على ادراك مثل هذا «التحدب المكاني» .

بذلك تبدو جميع المشاكل قد حلت حلاً مرضياً وجميع التناقضات قد أزيلت . يعتبر جواب أينشتاين

على السؤال المغرق في القدم واحداً من أهم انجازات العقل البشري . إن ما يثير فيه مقداراً أكبر من الدهشة هو أنه يقع تقريباً خارج مدى عقولنا . غير أنه كانت هناك مسألة جزئية صغيرة قادت أينشتاين الى الخطأ . عندما كان منهمكاً في صياغة وشرح معادلاته الجديدة التي تصف الكون المحدث كان يتوصل في كل مرة عند التمهيد الدقيق الى ان الكون لا يمكن أن يكون مستقراً . كيفما أجرى حساباته كانت النتيجة دائماً هي ذاتها . بناء على هذه المعادلات لم يكن ممكناً لهذا الكون المحدث الموصوف بهذه الطريقة أن يستمر . كانت هذه الرموز الرياضية التي تعبر عن مواضع الكون تقول انه يجب على هذا الكون المنتاهي والمحدث إما أن يتجمع الى بعض البعض وينهار دفعة واحدة أو أن يتناعد عن بعضه مستشراً في جميع الاتجاهات .

إنه لأمر يثير الدهول ان هذه المقولة كان يمكن استخلاصها من معادلات أينشتاين حتى قبل وجود أدنى مؤشر الى كونها ممكنة . عندما يعرف كماله القصة تصح هذه المقولة التاريخية مثلاً صارخاً تنحس له الأنفاس على المعالية المريعة التي تستطيع بها «مركبات الفضاء الرياضية» اكتشاف حقول بقيت معلقة أمام قدرتنا على التصور .

حتى أينشتاين نفسه لم يصدق معادلاته آنذاك في هذه الناحية . لقد بدت له هذه النتيجة لا معقولة . لذلك قرر إضافة عدد بصورة مصطنعة الى معادلاته احتاره نعاية بحيث يلغي النتيجة التي كانت تصايقه . أطلق على هذا العدد الذي أدخله بين الحلقات الأخرى الكثيرة لمعادلاته المعقدة تسمية العدد «الكوني» أو الحلقة «الكونية» . بدا هذا التدخل المتعمد في النتائج الرياضية البحتة بالنسبة للمختصين من زملاء أينشتاين أيضاً على انه مبرر ومسموح ، لأن ما من أحد كان يشك انذاك باستقرار واستمرار الكون . لذلك كان يجب أن تكون هناك قوة طبيعية ما تتطابق مع «الحلقة الكونية» التي أضافها أينشتاين تعمل على جعل العالم مستمراً رغم تحدّيه . ولا بد ان العلماء سينمكتون في وقت ما من اكتشاف هذه القوة .

إننا نستطيع القول بعد كل هذا الشرح ان أينشتاين قد أضاف لاحقاً هذه «الحلقة الكونية» على معادلاته لأنه - وهنا سلافي بعض الخرج في القول - لم يستطع أن «يتصور» أن العالم غير أبدي . إننا نجد أنفسنا مضطرين الى القول ان العقوبة على هذا «العدم التزام» قد جاءت بعده على الدعسة . بعد الحرب العالمية الاولى بقليل تم تدشين مظار تلسكوبي على قمة مونت ويلسون في كاليفورنيا استمر بناؤه عشر سنوات . كان قطر المرايا في هذا الجهاز مترين ونصف المتر وظل لمدة ٣٠ عاماً أكبر مظار على الأرض . بواسطة هذا المظار تمكن مدير المرصد ايدفن هوبل من «تصكيك» ضباب اندروميديا الى نجوم مفردة . بهذا قدّم أول برهان على أن ما يسمى الصاب الحلزوي الذي لا يرى بالعين المجردة ، والذي وحد الفلكيون كميات لا يمكن حصرها منه على الصور التي التقطوها ، ما هو إلا محرات موجودة خارج المجرة التي نتسب اليها (درب التبان) .

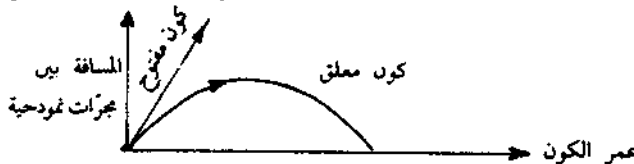
لم يكن عجباً ان اهتمام الملكيين ، الذين وصع هذا المظار العملاق تحت تصرفهم ، قد تركز في السنين اللاحقة على هذه الأجرام السماوية البعيدة . كان هوبل ثانية هو الذي توصل الى الاكتشاف التالي

## المثير والشهير : «إن الكون يتمدد»

كانت منذ عام ١٩١٢ تتجمع المشاهدات التي تشير الى أن خطوط الطيف في الضباب الحلزوني تنحرف بصورة عامة نحو الموجة الطويلة أي الى القسم الأحمر من الحقل الطيفي . قام هوبل ومساعدوه بدراسة هذا «الانحراف الأحمر» دراسة منهجية تحليلية . تبين من هذه الدراسات ان الانحراف نحو الأحمر موحود عملياً بالنسبة لجميع الصبابات الحلزونية . لكن أهم اكتشاف توصل اليه هوبل هو الرهان على أن انحراف خطوط الطيف نحو الأحمر يرداد كلما كان الصباب المدروس أكثر بعداً . استخلص هوبل من نتائج دراساته التي استمرت سبع عديدة أحياناً في عام ١٩٢٩ الاستنتاج الوحيد الممكن الذي لم يزل مقبولاً حتى الآن وهو : ان الانحراف نحو الأحمر يجب أن يكون ، بناء على ما يسمى المبدأ المزدوج ، تعبيراً عن حركة هروب تقوم بها جميع الصبابات . بناء على ذلك فإن جميع الصبابات الحلزونية تتباعد بسرعة هائلة عن بعضها البعض في جميع الاتجاهات وتكون سرعتها بالنسبة لبعضها البعض أكبر كلما كانت أبعد .

تكون سرعات الهروب هذه في الحالات القصوى عالية الى درجة لا تصدق . إن الأجسام ذات البعد الأقصى لم تعد منذ عدة سوات تعتبر ضباباً حلزونياً وإنما أجساماً غامضة تسمى «كازار» . إن كلمة كازار هي اسم خيالي مشتق من احتصار انكليزي يعبر عن أحسام تشع موجات راديو ولها مطهر يشبه مطهر النجوم . إنها بالتأكيد ليست نجوماً لكن ما من أحد يعرف حتى اليوم أي نوع هي من أنواع الأحرار الفصائية . بعض فيزيائيي الفضاء يتكهنون انها موجودة «على أطراف الكون» وهي عبارة عن محرات في مرحلة مكبرة جداً من مراحل التطور . إن الشيء الوحيد الذي يهتما بها هو ان الكازارات تطلق أشعة راديو شديدة القوة لدرجة تراهن انها أبعد بكثير من أبعد الصبابات الحلزونية . إن أبعد الصبابات الحلزونية يوجد على مسافة قدرها واحد الى اثني مليار سنة ضوئية . أما سرعتها في الهروب<sup>(٢)</sup> فتبلغ حوالي ٥٠٠٠ الى ٦٠٠٠ كم في الثانية . مهما بذت لنا هذه السرعة خيالية فإن

(٢) إن نظرية الانفجار الكبير (سبع مابع) تشير وحسباً أثبت هل أن الكون يتمدد وأن المحرات تتباعد عن بعضها البعض بسبب الانفجار الحاصل قبل حوالي ١٥ مليار سنة ، وكما في حالة الجسم المقذوف فإنه يتعرض لقوة تعاد بين كتلته والكتل الأخرى المحيطة أو المحصورة له ولقوة الدفع الناتج عن الانفجار . هناك علاقة بين القوتين أو بين الكتلة المقذوفة وسرعتها وإذا كانت الكثافة أكبر من حد معين (الكثافة الحرجة) فإن المحرات المتاعدة تنصل سرعتها في زمن أت الى سرعة الصفر ثم بعد ذلك تبدأ رحلة العودة أي التعاديب بين المحرات أما إذا كانت الكثافة أقل فإن الكون سيتابع تمدده وسرعة الهروب المذكورة هنا بالتالي ليست سرعة الهروب التي تحدد السرعة التي يجب أن يمتلكها جسم ليستطيع مغادرة كوكب موحود عليه . راجع كتاب الدقائق الثلاث الأولى من عمر الكون تأليف ستيف ويسرغ ترجمة محمد وائل الأناسي . ملاحظة من المراجع



سرعة الكارارات تتجاوزها بمقدار كبير . يضرب الرقم القياسي كارار يبعد عنا حوالي ثمانية مليارات سنة صوتية . تبلغ سرعته ٨٠ بالمائة من سرعة الضوء : ٢٤٠٠٠٠ كم في الثانية  
إذا ما نظرنا الى صورة الكون على ضوء اكتشافات هوبل فإننا نرى مطر انفجار هائل يتجاوز جميع حدود القدرة على التصور . عندما سمع آينشتاين باكتشاف هوبل سحب بصمت «الحلقة الكونية» من معادلاته لم تعد هناك حاجة لمعامل تصحيح لقد قالت المعادلات الحقيقية : إن الكون ليس متناهيًا وحسب بل هو غير مستقر أيضاً . إنه لا يشغل حيزاً متناهيًا وحسب بل إنه ليس أبدياً أيضاً .  
ليست هناك حاجة الى التعليل بأن الكون المتضخم أو ، كما يحب العلماء أن يعبروا بطريقتهم الباردة ، «المتمدد» هو عكس الكون المستقر . إنه يغير مواصفاته في كل لحظة تمر وحتى لو اقتصر هذا التعبير على أن المادة التي يحتويها تصبح باستمرار أرق كنتيجة لانتساعه المتزايد . ليست هناك أيضاً حاجة الى التعليل بأن الحركة الانفجارية للكون لن تستمر حتى الأزل . بكلمات أخرى : لقد توصل العلماء هنا الى حقائق تؤيد الفكرة القائلة بأنه يجب أن يكون للكون بداية .

بدت هذه الامكانية لكثير من العلماء على أنها انقلابية و«لا علمية» أو ، لكي نذكر التعبير المحبب للكثيرين منهم ، «أحادية» لدرجة انهم وضعوا عدداً كبيراً من النظريات لتحنب هذا الاستنتاج المثير الذي يذكر بالأساطير القديمة والمقولات الدينية . لم نعد بحاجة الى التطرق الى هذه النظريات أو «النهاج الكونية» المعقدة لأن اكتشاف بيزياس وويلسون المذكور في مطلع هذا الكتاب قد حسم المسألة بصورة نهائية . لقد كان للعالم فعلاً بداية .

الآن نستطيع أن نفهم لماذا أثار الاشعاع المكتشف ذو المواصفات الغريبة في ربيع عام ١٩٦٥ في مخبر شركة بيل تلعوب لدى العلماء كل هذا المقدار من الانفعال . لا يحتاج الى أن تفكر بإمكانية الحساب العكسي لحركة الهروب المقاسة حتى الآن للصابات الحلزونية المنفردة . لقد حصل هذا حتى الآن في مئات الحالات . لم نزل نتذكر : ان أقرب الضبابات هي الأبطأ وكلها كانت مسافتها أبعد كانت سرعتها أكبر أيضاً

قد تكون كذلك ببساطة لأن أسرع الصابات كان الأسرع منذ البداية ولذلك وصل الى أبعد مسافة ؟ عندما حظرت الفكرة على النال لأول مرة وبدأ العلماء بالحساب استناداً الى مسافات وسرعات الصابات المختلفة تبين فوراً أن صورة الانفجار يجب أن تفهم فعلاً بحرفيتها . قبل حوالي ١٣ مليار سنة يجب أن تكون كل هذه الضبابات وكل ما يحتويه الكون من مادة (بما في ذلك الحيز الكوني ذاته) مجعاً في نقطة واحدة . لقد بدأ الكون بالوجود قبل حوالي ١٣ مليار سنة بانفجار هائل مطلق من هذه النقطة لم نزل نعيش استمراريته حتى اليوم بالشكل الذي وصفناه عن التمدد الكوني .

كان كل هذا حتى عام ١٩٦٥ لم يزل نظرية . كانت جميع التفاصيل تتناسب مع بعضها البعض وتشكل مجتمعة صورة محكمة موحدة . أصبح من الممكن لاحقاً اعتماد التنبؤ الناتج عن معادلات آينشتاين القائل بأن الكون إما أن يتحطم مجتمعاً أو يتمدد ، كدعامة متينة لصحة النظرية حول «الانفجار الكوني

الأول» (أو «بيع مانع» كما سُمي العلماء متكلمو الانكليزية هذا الحدث الدرامي الكبير) . رغم ذلك نابع العلماء بجلد البحث عن برهان مباشر .

يستطيع المرء أن يتحلى الكثير . لكن ما هو مترابط ومتسلسل ليس هو بالضرورة الموجود والصحيح . إننا نذكر هذا على هامش الحديث لأن كثيراً من الناس الذين يشغلون مدافع الهواية بالتأملات الفلسفية الطبيعية لا يتهبون الى هذه النقطة . انهم لا يفهمون عالماً لماذا لا نعيد نظرياتهم وعماراتهم الفكرية صدى لدى «المحترفين» من العلماء

إن تفسير هذا هو عتقى البساطة انه لا يعود ، كما نطش الأعلية ، الى أن العلماء مكبرون تسامحو الأنوف بحيث أنهم لا يعترفون بعمل قام به لا منتمي ، بل يعود حصراً الى أن كل عالم يعرف من تجربته الدائنة المريعة كم هو عديم الحدودى وضع الطريبات وإشادة العمارات الفكرية المترابطة منطقياً مع بعضها البعض والحالية من التناقض .

في بعض الحالات يكون محزناً أن معرف كم يصرف الناس من الوقت والجهود لوضع «نظريات» عن أسرار الحياة ونشوء المادة أو ما شابه ذلك من المسائل . من البديهي ان النظرية يجب أن تكون خالية من التناقض ومقنعة لكن لكي تعطى حتى ولو أدنى قدر من القيمة يجب أن تكون هناك ولو واقعة واحدة أو حدثاً واحداً مؤكداً ملموساً من العالم المحيط بنا تستطيع الارتكاز عليه أو أن تستطيع اشتقاق مقولة منها يمكن إثباتها تحريياً

هذا السبب كان العلماء رغم الاحراف الأحمر ورغم معادلات آيشتاين غير راضين . صحيح أن جميع المؤشرات كانت تؤيد ان عالماً قد شأ ناصجار هائل من العدم لكن من كان يستطيع أن يجزم بصورة مطلقة أن الاحراف الأحمر للضبابيات الحلزونية يستند على المبدأ المردوج وليس على سبب حر لم . زنج بعد ؟ لربما كان آيشتاين مصيباً عندما أضاف «الحلقة الكونية» الى معادلاته ؟ إن ما نحتاجه هو الرهان ! إذا أراد أحد أن يجد شيئاً ما عليه أن يعرف أولاً وقبل كل شيء أين سيبحث . كيف نكن أن تكون صورة الرهان على حقيقة «البيع مانع» الذي حصل قبل ١٣ مليار سنة ؟ أحد الفيزيائيين الذين شغلوا رؤوسهم طويلاً هذه المسألة هو روبرت ديك من مريستون حاول ديك أن يحسب الشروط التي كانت يجب أن تكون سائدة في الثوابي الأولى لوحود الكون ثم حاول بعدئذ اشتقاق أية ظواهر ناتجة عن ذلك يمكن التحقق منها اليوم

توصل ديك من حساباته الى الاستنتاج بأنه يجب أن يكون قد بقي من الرق المرافق للانفجار الأول حتى اليوم اشعاع مقداره ٣ درجات كيلفن . وهذا يعادل فقط ٣ درجات فوق نقطة لصفر المطلق المساوية ناقص ٢٧٣,١٥ درجة سيلريوس . «٣ درجات فوق العدم» بغض النظر عن درجة الحرارة يجب أن تكون الأشعة بسبب خصوصية نشوئها إزوتروب أي انها ، بكلمات اخرى ، يجب أن تكون موزعة ومشترة في جميع أنحاء الكون الحالي بصورة متساوية تماماً وأن تدو للمراقب على أنها تأتي من جميع الاتجاهات في نفس الوقت .

سنستطيع من هذه النقطة أن نفهم كيف يوصل ديك إلى هذه المقولة الثانية . علينا أولاً أن لا نفزع في الخطأ ونظن أنه يوجد اليوم في مكان ما في الكون نقطة انطلق منها وتضخم حتى وصل إلى حجمه الحالي .  
مهما كان ومهما بقي هذا بالنسبة لنا نحن البشر غير قابل للتصور علينا أن لا ننسى أن الكون نفسه لم يكن آنذاك سوى نقطة تمددت وتوسعت . لذلك ، استخلص ديك ، يجب أن تكون الأشعة المتبقية من الانفجار الأول منتشرة ومتوزعة اليوم في كامل الكون بصورة متساوية .

يجب أن يعي هذا في الحالة الملموسة أن الأجهزة ستشير إلى أن قوة الأشعة متساوية من جميع الاتجاهات . يجب أن يكون الأمر كذلك أيضاً في كل نقطة من نقاط الكون : لهذا السبب أضاف ديك قائلاً : لا يمكن أن يوجد بالنسبة لهذه الأشعة البدئية في كامل الكون أية نقطة لها ميزة على النقاط الأخرى . من الناحية النظرية كان هذا الاستنتاج صحيحاً تماماً لكن نعمته لم تكن أكاديمية لأنه ، كما بدأ آنذاك ، أمر لا يمكن الرهنة عليه أبداً .

يتعلق الأمر الذي يجب البحث عنه أدنى بأشعة شدتها ٣ درجات كيلفن ومورعة اروتروبياً بالشكل الذي وصفناه . كانت الصعوبات الفنية ضخمة لذلك بديء في مريستون فوراً ببناء هوائيات خاصة . بينما كان العمل على قدم وساق سمع ديك بالصدفة بالتشويش الغريب الذي شوش اذهاه فريق بيل تلمون . بقية القصة تعرفها . لقد اكتشف بينزياس وويلسون بدون قصد وبدون معرفة الأشعة التي كان ديك يبحث عنها

إن هذه الصدفة مهما مدت كبيرة ليست كذلك لأنها لا تكمن في أن فريق بيل تلمون قد التقطت الأشعة المتبقية من الانفجار الكوني الأول وإنما في أن ديك سمع بذلك واستطاع اخبار الاثنين عن السر . علاوة على ذلك فإن الرهان على وجود هذه الأشعة ليس عسيراً أصبحنا نعرف اليوم أنها هي التي تسبب جزءاً من «التشويش» أو «التأثير الثلاثي» الذي رآه على شاشات اجهزتنا التلفزيونية عندما تبقى مفتوحة بعد انتهاء البرنامج أي عندما تعمل على «الفراغ» . هذه الصيغة لم يزل أدنى صدى لشو العالم حتى اليوم يدخل إلى مازلنا .

علاوة على ذلك تمكن فيزيائيو الفضاء في الستين الماضية من الرهنة فعلياً على التورع الإزوتروبي المتساوي لهذه الأشعة بقياسها في أماكن مختلفة من الكون مؤكداً بذلك مقولة ديك الأخيرة التي كانت تبدو أكاديمية ونظرية . لقد نجحوا في كشف جريئات الزيان في صيانات غازية تعد مئات السنين الضوئية ومن دراسة حالتها الفيزيائية تحليلها طبعاً بمساعدة الأشعة الصوتية التي تتقاطع معها قادمة من نجوم تقع خلفها . لقد أجريت هذه التجربة مع ما لا يقل عن ثمانية صيانات غازية كونية مختلفة ومتباعدة وحد الباحثون في جميع الحالات بلا استثناء أن الحزبات المحللة هي في حالة من التهجج تتطابق تماماً مع تأثير الأشعة ذات الدرجة من الحرارة البالغة بالوسط ٣ درجات كيلفن .

لذلك أصبحنا نعرف منذ عام ١٩٦٥ أن لعالمنا بداية وأن عمره يبلغ على الأرجح حوالي ١٣ مليار سنة . ساء على كل ما نعرفه اليوم شأن الكون آنذاك بانفجار كان هائلاً إلى درجة أن العلماء لم يزالوا حتى اليوم يستطيعون «سماع» صده . ما هي اسباب هذا الانفجار وماذا كان قبله ؟



يعتقد بعض العلماء ان التوسع الحالي للكون أحد في «الانكباح» هناك كثير من المؤشرات التي تؤيد امكانية تباطؤ التمدد كنتيجة للتجاذب المتبادل بين جميع الكتل التي يحتويها الكون . مهما كانت هذه الجاذبية في هذه المسافات الهائلة صغيرة فلا بد أن تأثيرها سيصبح فعالاً على مدى الازمان الطويلة . يحاول العلماء اليوم بواسطة تلسكوبات الراديو الكبيرة النظر إلى الماضي ليتبينوا عما اذا كانت سرعة هروب الصبابات في المليارات الأولى من سني تشكل الكون ربما اكر مما هي عليه اليوم اثبات ذلك سيعني الرهنة على «انكباح» التمدد . ان بحث هذه المسألة أسهل وأقل غموضاً مما يعتقد للوهلة الأولى . هناك نرى الصناعات والكازارات بالمواصفات التي كانت عليها قبل مليارين اوست مليارات أو اكثر من السنين ، أنداك عندما انطلق منها الضوء الذي نستقبله نحن الآن . يهتم بهذا النوع من البحوث بصورة خاصة الباحث مارتين رايل ومعاونوه في بريطانيا . لم يرل ما وجدوه غير مؤكد وترتبط نتائجهم حداً بامكانية التحديد الدقيق لبعد الصناعات الأمر الذي لم يرل اليوم صعباً حداً على الأحص فيما يتعلق بالاجسام ذات البعد الاقصي

عندما ينكبح التمدد سيأتي يوم خلال مليارات السنين تصل فيه حركة الهروب إلى التوقف ثم تقلب معدث في الاتجاه المعاكس . مئذئ ستبدأ تحت تأثير الجاذبية وحدها جميع كتل الكون بكامله بالتحرك نحو بعضها البعض بسرعة متزايدة . بذلك تتبع التمدد حالة من الانكماش الكوي . في هذه المرحلة سوف لن يشاهد الفلكيون عند تحليلهم للحقل الطيفي للمحركات البعيدة حداً انحرافاً احمر واما سيشارهون انحرافاً باتجاه الموجات الأقصر اي «انحرافاً اررق» في الحقل الطيفي .

خلال عملية الانكماش سوف تزايد باستمرار سرعة الكتل المدفعة باتجاه بعضها البعض . وأخيراً سترتطم كل هذه المجرات التي لا حصر لعددها والتي تتألف كل واحدة منها من مائة مليار أو اكثر من الشمس التي تحتوي كل واحدة منها على ملايين وملايين الكائنات الحية بأشكال حياتية لا حصر لعددها ، سترتطم جميعها مع بعضها البعض وتنصهر محتمعة في أنون اصطدام هائل . عدئد سترتطم الكون بكامله بانفجار هائل لا مثيل له .

لكن هذا الانفجار سيكون ثابته بعد عدة مليارات من السنين بداية جديدة ، عندما تتجمع المادة الكونية المتناثرة بسبب قوة الانفجار وتشكل بحوماً جديدة في سماء جديدة نشأ عليها الحياة ثانية وتقام الحصارات التي يكتشف فلكيوها الكون من حديد ويعسرونه بطريقة مختلفة تماماً : ليس كاهيار لعالم سقه وامي كنداية لكونهم ذاتهم .

قد يكون الأمر فعلاً كذلك ؟ هل كان يوجد قبل «البيغ بانغ» كون اخر ؟ هل شيدنا كوننا على أنقاض ذاك الكون ؟ وهل ستشكل انقراض عالما في المستقبل البعيد مادة أولية لكون جديد لم يوجد بعد ؟ يعتبر العلماء هذا «السمودج النصي للكون» مقبولاً . ويقدرؤن مدة البصة الواحدة بحوالي ٨٠ مليار عاماً . هذا الرمز سيكون اذن الفترة الفاصلة بين انفجاريين متتاليين اي انه يشكل عمر كون واحد وحيد . ليس هناك من سبب يمحما عن الاعتقاد لماذا يجب ان لا تستمر الأمور هكذا دائماً ، لماذا لا يمدُّ كون يده بهذه الطريقة إلى كون اخر في سلسلة لا متناهية تمتد حتى نهاية الزمن . قد يكون الأمر

كذلك

ذلك يكون سؤالنا عن البداية قد أحل ولم يلق جواباً . اذا كان قد وجد قبل علمنا عالم آخر يفصلنا عنه حاجز لا يمكن تجاوزه هو الانفجار الكوي وقبل هذا العالم وجد عالم آخر وهكذا ، عندئذ يبدو أن سلسلة الاسباب ناتجة البداية تضع في اللانهاية . ربما تكون البداية ، من هذا المنظار ، لم توجد ابداً . صحيح ألساعد كل ما عاجلهاء في هذا الفصل قد اصبحنا حذرين ومتشككين من مفهوم «اللانهاية» ، لكن ما من أحد يستطيع ان يقول لنا كيف تسير الأمور عندما نحاول العودة بسلسلة الاسباب حتى البداية الأولى لتكون الأولى . هاء تضع اسئلتنا نهائياً في المجهول .

غير ان المسألة البداية بالنسبة لكل منا معنى آخر مختلفاً تماماً . اننا لا نريد ان نعرف متى وكيف نشأ العالم وحسب بل نريد ان نعرف ايضاً لماذا نشأ «لماذا يوجد على الاطلاق شيء ما؟» أو بتعبير آخر : «لماذا لا يوجد لا شيء» ؟

اذا ما وحها مثل هاء السؤال إلى أحد علماء الطبيعة سيعطي الرد المقتضب : انه لا جواب له . اذا ما تابعنا الاحاح قد يصبح الرجل فظلاً . بعدئذ سيتعلق الجواب بمدى انفعاله : سيرفض سؤالنا على انه «هراء» او سيسحر منا او سيمسح متابعة طرح مثل هاء الاسئلة الأمية . يتعلق هذا الموقف بمرض مهني يعاني منه معظم علماء جيلنا يعود في أسبابه إلى قرون طويلة من الصراع المرير مع اللاهوتيين والفلاسفة . عندما يتحدث المرء مع علماء الطبيعة حوا مثل هاء المسائل عاه أن يضع في حسابه تاريخ التطور الذي حلفته وراءها علوم الطبيعة . لم يكن جيوردانو برونو وغاليلي الوحيديين وانما أشهر العلماء الدين وصعتهم بحوثهم أمام خطر الموت . الأخطر من ذلك لم يزل حتى اليوم ، لا بالنسبة للعلماء شخصياً وانما بالنسبة لطور علمهم ، وهو الميل القائم لدى الكثيرين من الناس نحو الاستسلام واللجوء إلى حلول طاهرية سهلة ميتافيزيقية أو «فوق طبيعية» فور اصطدامهم عند مناقشة مسائل علوم الطبيعة بأية مصاعب ذهنية كبيرة .

بقي الكيميائيون قرونًا طويلة مقتنعين ، دون ان يختبروا ولو تأملياً صحة هاء القناعة ، ان المركبات العسوة (على عكس الأملاح والحموض والمعادن الح . . ) تحتاج في نشوئها إلى «قوة حياتية» عامصة لا يمكن تحديدها علمياً لها فاعلية فقط في العضوية الحية ، حتى جاء فريدريش فوهلر في عام ١٨٢٨ وحصر في مخبره مادة البولة كأول مركب عضوي صمعي .

يوجد اعداد كبيرة من الامثلة . سواء فكرنا بالفراشة الهندية التي تحدثنا عنها في مقدمة هاء الكتاب أو عالها مسألة نشوء الحياة على الأرض وكيفما قمنا بذلك - في كل هاء المسائل وما شابهها نتعرض دائماً إلى غواية التخلي عن متابعة التفكير المضني وعن ضرورة متابعة البحث الشاق بصبر وجلد والهروب بطريقة في غاية السهولة إلى القول بأنه «لا يوجد تفسير علمي» لمثل هاء المسائل راضين «بتفسير» فوق طبيعي .

نما أن علماء الطبيعة هم بشر ايضاً فإنهم لم يكونوا أبداً في أي وقت من الأوقات في مأمن من هاء الانزلاق هم ايضاً معرضون دائماً إلى هاء الخطر . لكنهم يلاحظون بعدئذ مع مرور الزمن أنهم يحققون اكتشافاتهم العظيمة في العادة عندما لا يقدمون تنازلات ، عندما لا يستسلمون مبكراً ، عندما ، على

العكس تماماً ، يتابعون البحث عن السبب بجهد وصمود في وقت تبدو «الأعجوبة» عن أنها الجواب الوحيد . فقط هكذا نستطيع فهم اصرارهم عبر الأجيال المتعاقبة على ممارسة الانضباط الذي يترتبون خلاله على النظر بارتياح الى «العجائب» وعلى رفض كل تفسير «فوق طبيعي» . لقد خلفوا وراءهم كثيراً من التجارب القاسية والمريرة . لذلك يعتبر من جوهر الطريقة العلمية الموقف المحق تماماً والقاتل : «نصرف هكذا وكأنه لا يوجد سوى المعايير الموضوعية وحاول أن نجد الى أي مدى تستطيع الوصول بذلك» . منذ بدأ العلماء التمسك بهذا الموقف الذي يبدو من الناحية المدأية بسيطاً (لكنه غريباً عن الطبيعة الانسانية في البيت) تمكنوا من التقدم خطوات مذهلة أبعد بكثير مما كانوا هم أنفسهم يتجراون على الأمل بتحقيقه

لكن هذا الموقف أدى ببعض العلماء إلى «الموس الوظيفي» الى مرض الاحتراف حيث ان رد فعلهم يكون رافضاً وساخراً عندما تواجههم مسائل تتعلق بمشاكل خارج مجال الأشياء القابلة للقياس لأهم يوهون أنفسهم أن هذه المجالات غير موجودة في الواقع على الإطلاق .

إنه صحيح صحة مطلقة ان الأفكار الميتافيزيقية ليس لها ما تبحث عنه في بحوث العلوم الطبيعية . ويعتبر كل عالم طبيعة بخالف هذه القاعدة على أنه مجرد دجال . لكن العلوم الطبيعية لا تمتط بعد كل مجالات الواقع . على كل حال كان اينشتاين نفسه هو الذي تبني هذا الرأي وأدخله كقاعدة من قواعد البحث .

لذلك تبقى لكل شخص الحرية التامة ان يكون لنفسه الأفكار التي يراها مناسبة حول السؤال . لماذا العالم موحود ولماذا لا يوجد لاشيء ؟ . العلوم الطبيعية لا تستطيع إعطاء جواب على هذا السؤال . وعندما يقوم شخص ما باستخلاص سبب لوجود العالم الذي هو حقيقة مؤكدة لا جدال فيها فإن افتراضه هذا لن يناقض معارفنا العلمية في أية نقطة من النقاط . ليس لدى أي عالم أدنى حجة أو أية واقعة يستطيع بها نقص مثل هذه الفرضية . حتى يعدد عندما يتعلق الأمر بسبب يجب البحث عنه خارج - طعماً - لامصاص عن ذلك - عالمنا الثلاثي الأبعاد .

من المؤكد ، بعض النظر عن الأسباب ، ان هذا العالم موجود . إنه موجود منذ أمد طويل بحيث نشأت على الأرض ، كما وبدون شك على أجرام سماوية أخرى لا حصر لها ، الحياة ولوعي وأجبراً الحصار . بلغت هذه الحصار بالضغط في عصرنا درجة تمكسنا من ادراك عملية التطور الحارية منذ مليارات السنين . بعد عصور طويلة من اللاوعي كنا نحن ، في كل الأحوال على هذا الكوكب ، الكائنات الحية الاولى التي اكتشفت ذاتها كنتاج أحير مؤقت لهذا التاريخ المديد . إننا أول شرتوفرت لهم الامكانية لإعادة تصميم الكون على الأقل بخطوطه العريضة والعودة به الى الوراء حتى بداياته الاولى متعرفين بذلك على الشروط التي يعود اليها فصل شوتنا ونشوء المحيط الذي نعيش فيه .

بذلك نحد امامنا طريقاً مفتوحاً جديداً تماماً للتعرف على ذاتنا . لقد حاولنا حتى الآن التعرف على جوهر الانسان فقط من خلال مجرى «التاريخ» أو من خلال مجرى «التاريخ الكوني» . لم يكن يوجد أي

مصدر آخر يبين لنا الآن تاريخ الطبيعة في مسيرتها الطويلة منذ الاصجار الأول حتى وُعيا كم هي صغيرة القطعة التي حاولنا التوصل منها الى كل ما ذكرناه

ليس التاريخ قصة تتابع الممالك والمعارك والحضارات وحسب إن التاريخ الفعلي يتجاوز ذلك بكثير . إنه يبدأ مع البيع نابع ، مع نشوء الهيدروجين والأحرام السماوية الاولى ويمتد من هناك بدون أية فواصل ويتسلسل صحيح عبر تشكل الكواكب مع أغلفتها الحوية حتى نشوء الحياة والأدمغة وأخيراً حتى ظهور الوعي والدكاء ونشوء التاريخ بمعناه التقليدي ونشوء العلم . لم ترل هناك مهمة مستقبلية للمؤرخين لم يتعرفوا عليها بعد وهي توسيع محال بحوثهم ليشمل عمرى التاريخ بهذا المفهوم العلمي - الطبيعي ومحاولة اشتقاق قوانين التطور «التاريخية» الأساسية من التاريخ الفعلي للعالم .

لأن هذا «التاريخ الطبيعي» ، كما أحب أن أسميه ، الشامل يحتوي جذور وجودنا وبالتالي المفاتيح التي تؤدي الى فهمه . إن هذا ، الذي حصل انذاك قبل زمن طويل عندما لم تكن توحيد أفكار وقبل كل شيء لم تكن توحيد أفكار اسابية ، هو الذي وضع الأساس والإطار لكل ما توحى أن ينتج لاحقاً عن هذا البدء . إن ما حصل انذاك يشكل الصيغة التي صككتنا وصككت الوسط الذي نشأنا منه وفيه . إننا لم نوصع في هذا العالم حاهرين دفعة واحدة كما كان يعتقد لقرون عديدة بل إن هذا العالم أنتجنا خلال مسيرة نشوئه كنتاج من بوائجه

لهذا السبب حسماً ووصعاً الشروط الجوهرية والأساسية لوجودنا في بدء الكون . عندما بدأت الروتونات والالكترونات خلال الدقائق الاولى من البدء تتحد مع بعضها في الغيمة الناتجة عن الانفجار لتشكيل ذرات الهيدروجين ، ذي القدرة العجيبة على التطور كمادة بدئية اولى لكل ما هو قادم ، كان واضحاً أن الثبات والاستمرار الأبدى ليسا من خصائص هذا العالم . إن خصائص الضرورة المستمرة التي يتصف بها هذا الكون المتمدد بصورة انفجارية يجب أن تنسحب بالضرورة على كل ما أنتجه هذا الكون المولود .

إن العالم الذي هو متناه ومتغير باستمرار لا يمكن أن يحتوي ما هو لا متناه وأبدى .



## ٢. مكان تحت الشمس

لنعرف بالصط كيف نشأت كرتنا الأرضية . سيفاجيء هذا القول الكثير من الناس وهم بالتأكيد يحقون في ذلك ، لأن العلم الذي توسع إلى درجة أصبح معها قادرا على تتبع نشوء الكون حتى بداياته الأولى يجب ان يكون قد عرف اكثر عن الكوكب الذي يجلس عليه . رغم ذلك لم يزل العموض يكتنف بداية نشوء الأرض ونشوء المجموعة الشمسية بكاملها

قد يبدو كلاما متناقضا اذا قلنا ان مصاعب دراسة نشوء الكوكب الذي نجلس عليه تعود الى اننا نجلس عليه وان بقية الكواكب التابعة لشمسنا تعتبر قريبة نسبيا وهي لذلك في مرمى اجهزتنا . لهذه الاسباب اصحنا نعرفها جيدا بكل ما لها من مواصفات مختلفة . لكن جميع هذه المواصفات يجب ان تراعى وتفسر من قبل النظرية التي نتحدث عن نشوء هذه الاحرام السماوية . نستطيع في البداية ان نتوقع ان الكم الكبير من التفاصيل والارقام التي نعرفها عن هذه الاحرام القريبة ستعني كمأ كبيراً من المؤشرات التي تدلنا على الطريقة التي نشأت فيها

لكن الأمر ليس كذلك ، لأن نظامنا الكوكبي هو النظام الوحيد الذي نعرفه من المعروف ان الكواكب ليست مصيئه بذاتها بل انها تعكس ضوء الشمس الساقط عليها . علاوة على ذلك فإن اكبرها اصغر عشر مرات على الأقل من اصغر نجم ثابت مضيء كالشمس مثلا . لهذه الاسباب لم تصحح بمكنة حتى اليوم مراقبة اية منظومة كوكبية تابعة لنجم آخر حتى ولا بأكثر اجهزة المراقبة حساسية . إذا أردنا ان نكون دقيقين يتوجب علينا تحت هذه الظروف أن نعلن اننا لم يتمكن حتى اليوم من الحصول على براهين ماسرة تؤيد أو تؤكد وجود نجوم أخرى تدور حولها ، كشمسنا ، كواكب غير ملتبهة

من الناحية المادية قد يكون ممكنا ان منظومتنا الكوكبية ليست المنظومة الكوكبية الوحيدة التي نعرفها وحسب بل المنظومة الكوكبية الوحيدة الموجودة في الكون على الاطلاق . لكن للعلماء انطباع مجرب

ومحقق يجعلهم يعبرون احتمال «الحالة المبردة» لأية ظاهرة يشاهدونها أهمية حد ضئيلة بكلمات أخرى :  
إن احتمال أن يكون لشمسنا من بين مليارات النجوم الأخرى في مجرتنا وحدها - بغض النظر عن العدد  
الهائل من المجرات الأخرى - هذه المكانة المتميزة يعتبر غير محتمل

سواء على هذا الموقف لا يستطيع العلماء على ضوء الكم الهائل من المعلومات التي يعرفونها عن  
كواكب شمسنا أن يعطوا أية «معلومات احصائية» عنهم ، بكلمات أخرى ، لا يعرفون أبدا عما إذا كان  
أي رقم أو أية واقعة أخرى يتأكدون منها في منظومتنا الشمسية «نموجية لمنظومة كوكبية» أو أنها تنطبق فقط  
على حالة حصلت بمجرد الصدفة في نظامنا الشمسي . في الحالة الأولى ستكون الخاصية المعنية ححر  
مورايك مفيداً في نظرية الشوء . أما في الحالة الثانية فيجب أن نحذر من ادخالها في النظرية لأنها موحودة  
«بالصدفة» وهي لا ترتبط بالضرورة بالقوانين التي أدت إلى شوء المنظومة

لأن الأمر كذلك فإن الكمية الهائلة من المعلومات والظواهر تسبب للفلكيين إرباكاً أكثر مما  
تساعدهم على التوجه ، عندما تدور المسألة حول كيفية شوء الأرض وجميع الكواكب لأخرى . أما  
عرف عن المجرة بهذا الصدد نسبياً أكثر بكثير على الرغم من أنها أكثر مدرجة لا يمكن تصورها ومعلوماتنا  
التفصيلية عنها أقل بمقدار كبير . لذلك قام الفلكيون بتصوير الآلاف المؤلفات من هذه الجرات وقاموا  
بدراساتها وتحليلها بمختلف الطرق . هذه الدراسات تعطيهم الامكانية لتصنيف المجرات في مجموعات  
ومقارنة خصائصها والحصول أحياناً على صورة موثوقة عن منظر المجرة «المودجية» وعن القوانين التي  
تخضع لها خصائصها .

لنصع أولاً أمام أعيننا بعض الوقائع التي يجب أن نُعَلِّل عندما نريد أن نقترح نظرية حول شوء  
المجموعة الشمسية وبالتالي كرتنا الأرضية . أهم هذه الوقائع بدون شك هو كون جميع الكواكب  
المعروفة ، من ميركور (عطارد) حتى بلوتو ، تدور حول الشمس في نفس الاتجاه مشكلة دوائر في الفضاء  
تقع جميعها في نفس المستوي . كان من الممكن نظرياً حسب جميع قوانين الميكانيك الفضائي التي نعرفها  
اليوم أن تدور الكواكب حول الشمس على مستويات مختلفة وفي اتجاهات مختلفة . كما أنها لا تعمل ذلك وبما  
أن المستوى المشترك لمداراتها جميعها يتطابق تقريباً مع خط استواء الشمس فمن الصعب اعتبار كل هذا  
مجرد صدفة

إن هذه الحالة ، هذا ما يتفق عليه جميع العلماء ، لا يمكن تفسيرها إلا بافتراض أن الشمس ذاتها  
بدورانها حول نفسها قد ساهمت إلى درجة كبيرة في شوء المنظومة الكوكبية التي تدور حولها . لكن عند  
هذه النقطة تندأفوراً المصاعب . يبدو في هذا المحي الفكري الفرصية الأقرب إلى التوقع هي أن  
الشمس والكواكب نشأت من خلال نفس العملية التطورية من عيمة واحدة عملاقة مكونة من الغاز  
والعبار الكوي تجمعت وتكتفت شيئاً فشيئاً بتأثير ورنها الذاتي . كما أن العيمة المتصارعة داخلياً هذه  
الطريقة تكتسب بالضرورة حركة دورانية متسارعة باستمرار - لنفس الأسباب كالراقصة على الخليلد التي  
تخذل درايعها إلى حسنها عندما تدور كالمغزل حول ذاتها - تنشأ عنها قوى نادرة قوية متناسية معها  
ستشكل ببطء ولكن بالتأكيد من هذه الكتلة التي تدور حول نفسها دائماً أسرع وأسرع قرصاً يدور حول

نفسه أيضاً .

ما من شيء يبدو أسهل على الفهم من مجرى التطور اللاحق : سبب هذه القوى النازلة داتها تفصل من الاطراف الخارجية للقرص العملاق شيئاً فشيئاً مادة غازية الشكل تتابع الاجراء المنفصلة بعد الانفصال تحركها في نفس الاتجاه وفي نفس المستوى اي انها ، بكلمات أخرى ، تبدأ الدوران بالطريقة الموصوفة .

من خلال ذلك تتجمع اجزاء كل منها حول مركز ثقله الدائري مشكلة نواة الكواكب اللاحقة بينما تتشكل من الكتلة الرئيسية للقرص أخيراً الشمس .

مهما بدا هذا العرص حميلاً ومقنعاً فإنه يجب ان يكون حاطئاً ، لأنه يوحد للأسف بين الملاحظات الكثيرة التي نعرفها عن منظومتنا الشمسية بعض الخصائص التي لا تتسجم بتاتاً مع هذه لنظرية . اهم هذه الخصائص هو ما يسمى «تناقض الاندفاع الدوراني» يعني المليون ذلك الواقعة التي يصعب تفسيرها حسب ميكانيك الفضاء تفسيراً مرضياً وهي ان الشمس تشكل حقاً ٩٩,٩ بالمائة من اجمالي كتلة المجموعة الشمسية بكاملها لكنها تحتوي فقط على أقل من ٢ بالمائة من اندفاعها الدوراني .

دعونا نمعن النظر عما يعنيه هذا الكلام لكي نفهم لماذا تكتسب هذه الحجة كل هذا الوزن ضد نظرية النشوء التي شرحناها لتوبا والتي تدوم مقبولة الى حد بعيد . ان المسألة في غاية الساطة . عندما تنفصل تأثير القوى الباردة عن قرص يدور شطايا كتلية فإن سرعة دوران القرص المركزي ستكون ، حسب قوانين الميكانيك وتأثير الفعالية المعزلية التي ذكرناها سابقاً ، أكبر من سرعة دوران الشطايا المنفصلة . لقد حصلت هذه الشطايا عند انفصالها على السرعة المطابقة لمكانها على الطرف الخارجي للقرص ولا يوحد اية قوى تستطيع زيادة سرعتها الدورانية لاحقاً . اما الكتلة الرئيسية للمنظومة ، المركزية والقرصية الشكل ، والتي يجب ان تكون حسب هذه النظرية قد نشأت عنها أخيراً الشمس ، فتتابع تركيزها بعد انفصال نوى الكواكب المنفردة ، الأمر الذي يجب ان يؤدي الى متابعة زيادتها ل سرعتها الدورانية . لذلك يجب ان تكون في النهاية سرعة دوران الجسم المركزي ، أي الشمس ، أكبر من سرعة دوران جميع الكواكب على مساراتها المختلفة .

غير ان الحال لدى المجموعة الشمسية هو للأسف عكس ذلك . بقول «للأسف» لأن هذه النظرية السهلة والمقنعة التي ترحع عملية النشوء الجماعية الى عيمة بدئية واحدة بدون اي مؤثر خارجي تكون بذلك قد سقطت . لكي يكون التفسير صحيحاً يجب ، ساء على حسابات فلكية دقيقة ، ان تدور الشمس بسرعة اكبر مائتي مرة على الأقل من السرعة التي تدور فيها فعلاً .

كيف بدأت ادن المنظومة الشمسية؟ يوجد اليوم اكثر من ٣٠ (ثلاثين!) نظرية مختلفة تحاول جميعها الاجابة على هذا السؤال . ان العدد وحده يعبر بوصوح عن حالة الضياع . يعود السبب في تضخم العدد الى ان كل نظرية تحاول تفسير حاصية معينة من خصائص المنظومة غير ان مايتبع في النهاية بناقص خاصية ما من الخصائص الأخرى بغية تفسير هذا الناقص تشأ نظرية جديدة وهكذا . لكن ما من واحدة من هذه المحاولات العديدة تمكنت حتى الآن من تقديم تفسير مقنع لكامل المسألة .



رغم ذلك نود أن نعرض هنا باختصار اثنين من هذه النظريات الأولى منهن سنعرض لهما  
أثارت في حينها نقاشاً هاماً خارج الدوائر المختصة أيضاً ولأنها لم تزال تعتبر حتى اليوم في بعض الدوائر  
على أنها صحيحة أن تكون هذه النظرية في الواقع قد بُقِصَت أيضاً منذ زمن طويل يبدو لي مهماً قبل كل  
شيء لهما ترتبط بصورة عبر مباشرة بالسؤال عما إذا كانت الحياة قد نشأت في مناطق أخرى من الكون  
أيضاً أن النظرية المعنية هنا هي تلك التي طورها الفلكي الانكليزي المعروف جيمس جيبس والتي تسمى  
«نظرية الكارثة»

كان اهتمام جيبس يتركز قبل كل شيء على تفسير «المقدار الفائض» في الاندفاع الدوراني للكواكب .  
وما أن هذا ، كما سبق ورأينا ، لم يكن قابلاً للتفسير من خلال مجرى الأحداث في المطبوعة ذاتها ، بدأ  
مطعياً أن يجري البحث عن قوة يمكن أن تكون قد جاءت من الخارج . لم تكن هناك امكانية لإيجاد مثل  
هذه القوة إلا في نجم آخر . قادت هذه الخاطرة جيبس إلى العكس القائلة أنها ربما تكون قبل مليارات  
السنين قد اقتربت شمس غريبة بالصدفة ، أثناء طيرانها عبر الفضاء الكوي ، من شمسنا لدرجة أن قوة  
الجاذبية المتبادلة لكلا النجمين قد سلحت عن حديدتها كتلاً ملتهبة . اندفعت هذه الكتل جميعها بسبب  
دفع التلاقي في نفس الاتجاه على مسارات حول الشمس ثم بردت وتكثفت لتصبح لاحقاً الكواكب  
الحديثة

لقد حلت ، كما نرى ، «فرصة التلاقي» التي وضعها جيبس مشكلة تناقض الاندفاع الدوراني  
بسهولة جداً دقيقة . يكون هنا ببساطة الاندفاع الناتج عن العزم السريع للنجم الغريب والمتنقل بسبب  
قوة الجاذبية إلى الشطابا هو الذي يمنح الكتل العارضة المتمزقة عن الشمس ، والتي تصبح لاحقاً كواكب ،  
هذا الدفع الإضافي . تعلق هذه النظرية جيداً أيضاً توافق اتجاه دوران جميع الكواكب حول الشمس .  
ويطبق نفس القول على كون مسارات جميع الكواكب تقع في نفس المستوى . كما أن حتى حقيقة كون  
محور دوران الشمس يحرف بمقدار ست درجات تقريباً عن مستوى مسارات الكواكب يمكن فهمه على  
صوء هذه النظرية أفضل مما لو لم تكن هناك قوة مؤثرة من الخارج . مهما كان هذا الانحراف الشمسي  
صغيراً فإنه لا يجوز أن يكون موحوداً لو كانت الكتل التي تشكلت منها لاحقاً الكواكب قد انفصلت ببساطة  
عن جسم الشمس بسبب القوى النابذة .

لذلك لا نستغرب أن تلقى فرضية هذا الانكليزي منذ ثلاثينات هذا القرن قدراً كبيراً من  
الاحترام . دارت في نفس الوقت مناقشات حامية حول النتيجة التي يبدو أنها ترتب حتماً على هذه  
النظرية . إذا كان جيبس مخطئاً - والجميع كانوا يعتقدون آنذاك أن نظريته مرحة الاحتمال - فإن الحياة لن  
تكون موحودة على الأرحح في كامل الكون إلا في مجموعتنا الشمسية ، لأن النجوم موزعة في الفضاء  
الكوي على مسافات هائلة البعد عن بعضها البعض بحيث يكون مثل هذا «الشه تصادم» الكوني حالة  
حديثة نادرة الحصول . لقد أشارت حسابات الفلكيين إلى أن هذا النجم الغريب ، يجب أن يكون قد  
اقترَب من شمسنا لدرجة أنه كاد أن يلامسها ، لكي يستطيع أن يحرق عنها مادة كافية إلى مسافة كافية .  
ساء على المسافات الهائلة بين النجوم يمكن أن تكون مثل هذه «المقابلة المتلامسة» قد حصلت في كامل

محرتنا مع المائتي مليار نجم الموجودة فيها وخلال كامل حياة الكون وعلى أبعاد تقدير بعض المرات القليلة او لربما تلك المرة الواحدة الوحيدة فقط .

إذا كانت المنظومة الكوكبية «المودجية» لاتقبل التفسير إلا بواسطة حدث كهذا ، عندئذ تكون منظومتنا نتيجة لصدفة غير محتملة ناتاً ، ربما كانت هي الوحيدة في كامل الكون . (نستطيع اليوم ان نصيف انه حتى من هذا المنظور المغرّق في التشاؤم يجب ان يوجد منظومتان كوكبيتان على الأقل : بالإضافة الى منظومتنا منظومة ذاك الجرم الذي يجب ان يكون قبل زمن غير معروف قد اقترّب من شمسنا الى درجة كاد يلامسها ، لأنه يجب ان يكون قد حصل معه نفس الشيء الذي حصل مع نجمتنا المركزية الشمس . لكن وبما أن الحياة ممكنة فقط على كوكب متماثل مكون من مادة ماردة وليس على غيمة غازية لنجم ثاث ملتهبة درياً كان جينر بتفسيره ، كما بدا آنذاك ، قد قدم ، دون أن يريد ، البرهان المقنع على وحدانية وجودنا في الكون أو على الأقل في مجرتنا

لقد اصحنا نعرف اليوم ان نظرية التلاقي لجينز هي ايضاً غير صحيحة . هناك سلسلة كاملة من الاعتراضات ضدها أهم اعتراضين : لقد اشارت الحسابات الدقيقة للقوى والتأثيرات المتبادلة الناتجة عن الكارثة الكونية المقترصة الى ان منظومتنا الكوكبية كانت ستكون أصغر بكثير لو عاد وجودها الى مرور عابر لنجم غريب ، ولكانت قد وصلت بالكاد الى مسار الكوكب عطارد - بينما في الواقع يتحرك بلوتو ، أحد الكواكب ، على مدار يبعد عن الشمس مسافة تزيد عن ذلك بمائة مثل .

أما الاعتراض الثاني فلا يقل أهمية عن الأول . ان المادة التي اسلخت عن الشمس يجب ان تكون ساخنة كالشمس من المعلوم ان حرارة الشمس متفاوتة تبعاً للعمق الذي «تقاس» فيه . تلغ درجة الحرارة في الوسط ، أي في مركز النار الذرية المتأحجة رقماً لا يمكن تصوره وهو ١٥ مليار درجة . أما على السطح الخارجي للشمس فتبلغ «فقط» ٥٠٠٠ إلى ٦٠٠٠ درجة لكن وبما ان درجة الحرارة تبدأ مباشرة تحت السطح بالارتفاع بسرعة كبيرة ، يجب أن تبلغ درجة حرارة المادة الغازية ، التي انسلخت عن الشمس تأثير قوى جاذبية خارجية ، ١٠٠٠٠٠ درجة على الأقل .

لكن الغيمة الغازية الساخنة الى هذا الحد ستكون غير قادرة على البقاء متماسكة في الفضاء الكوني الحر . لن تكون لها أدنى فرصة لتتجمع متحولة الى كوكب ، بل لكانت قبل ان تبرد بما فيه الكفاية قد انتشرت في جميع الاتجاهات عبر الفراغ . ان حتماً غازياً يجب ان يكون بحجم الشمس لكي يكون مستقراً في درجات حرارة عالية كهذه أو أعلى ، لأنه ابتداء من تجمع كهذا لكتل هائلة تصبح الجاذبية قوية بما يكفي لمقاومة ضغط الاشعاع المندفع نحو الخارج .

لا أمل يرجى اذن من نظرية التلاقي مهما كانت قد حركت الخواطر لفترة عارة . تحت هذه الظروف يبدأ العلماء اليوم بوصف نظرية جديدة كانت نواتها قد طورت قبل مائتي عام من قبل عمانوئيل كانط وأعطيت اسماً يقود الى بعض الالتباس وهو «فرضية اليازك» نودها ان تعرض هذه النظرية باختصار بالصيغة التي اصحت عليها اليوم اي مع كل الاضافات والتحويرات الحديثة التي اجريت عليها من قبل كثير من العلماء وفي مقدمتهم الألماني فايس ريكز والروسي شميبي والانكليزي هوبل .

تقوم نقطة الانطلاق الحاسمة في هذه النظرية على الافتراض القائل ان الكرة الأرضية شأنها شأن جميع الكواكب الأخرى قد نشأت «باردة» . ان تكون جزيئات الغار والغاز التي نشأت هذه الكواكب عنها قد تحورت من الشمس أو ان تكون قد بقيت فائضة عند تشكل الشمس أو ان تكون كما يظن الفيريائي الروسي شميث ، قد جاءت من أعماق الكون والتقطت فقط من قبل الشمس ، كل هذه الأمور لم تزل غير واضحة على كل حال كانت الصيغة التي وضعها كانط لهذه النظرية تنطلق ايضاً من ان الشمس والكواكب قد تشكلت على التوازي في نفس الوقت من ضباب بدئي فوضوي مؤلف من الهيدروجين والجزئيات الغازية

قبل كل شيء يؤيد التركيب الكيميائي لكوننا الأرضية أن درجة حرارة سطحها الخارجي لا يمكن ان تكون قد زادت في أي وقت من تاريخ حياتها عن عدة مئات من الدرجات . شكل الغاز والغبار اذن نواة أرضاً . اما الغاز - تكامله تقريباً هيدروجين - فقد تحرر القسم الأعظم منه متطائراً في الفضاء مما جعل نسبة الغبار المتناسك والمكون من العناصر المختلفة تتزايد عبر الزمن باستمرار . لذلك كانت تلتقي جزيئات الغبار بالصدفة مراراً ومراراً مع بعضها البعض ثم تتجمع . وعندما تشكلت منها هذه الطريقة بعض القطع الأكبر أصيب تأثير الجاذبية إلى العملية مما أدى إلى تسريعها

من المرجح ان تكون هذه العملية قد حصلت قبل ٥ - ٦ مليار سنة ، ومن الصعب تقدير المدة التي استغرقتها وان كان مؤكداً انها دامت «عدة ملايين من السنين» . اما المرحلة الأخيرة ، وهي مرحلة تجمع القطع المختلفة حول القطعة الأكبر التي يجب ان تكون قد شكلت نواة الأرض ، فكانت المفهوم الفلكي قصيرة اذ استمرت ربما فقط ٨٠٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠٠ سنة .

حسب رأي الفلكي الأمريكي هارولد أوراوي لم نزل جميعاً نستطيع حتى اليوم رؤية اثار هذه المراحل الأخيرة لشوء الأرض بأعيننا . على القمر . كان أوراوي يدعي قبل زمن طويل من الرحلات القمرية الأولى ان الندوب الموجودة على القمر سببها اصطدام القطع المادية الفائضة عند نشوء الأرض . إنا نعرف اليوم ان معظم الندوب القمرية لم تنج عن انفجارات بركانية ، كما كان يعتقد سابقاً ، وانما هي نتيجة لاصابات كونية . علاوة على ذلك فقد بيست قياسات أعمال الحفارة القمرية ، التي أصبحت أخيراً ممكنة ، ان عمر الركام المنتشر على سطح القمر هو كعمر الأرض (الأمر الذي فاجأ العلماء اذا انهم كانوا يقدرونه اقل من ذلك بعشر مرات) . من الممكن ان يكون أوراوي ، الذي لاقت تخميناته في حينها معارضة شديدة ، مصيباً

لقد تمكن فايس ريكر بواسطة نظرية اضافية معقدة ان يوضح بطريقة مقبولة كيف يمكن ان يكون اتجاه الدوران الموحد ومستوى المدارات الواحد لجميع الكواكب قد تحققاً بسبب العواصف الدورانية وتأثيرات الاحتكاك على الرغم من ان تشكل كل منها قد تم مستقلاً عن الأخرى . ثم تمكن هويل مؤخراً من وضع المقدمات لعرضية قد تتمكن في المستقبل من تفسير كيف أن الاندفاع الدوري «الفائض» للكواكب قد انتقل من الشمس الى المناطق الخارجية بتأثير حقول مغناطيسية هائلة في أثناء المرحلة العارية المبكرة لمنظومتنا

بصورة عامة نستطيع ان نقول الان اما قد حصل خلال وقت منظور على نموذج ذهني يعطينا تصوراً معقولاً عن كيفية شئ منظومتنا الشمسية بكواكبها التسعة قبل حوالي ستة مليارات من السنين . لكن الأمور لم تزل في مرحلة الصيرورة الأمر الذي يجعلنا لاستطيع ان ننفي مسبقاً مكانية حصول مفاجآت الشئ الوحيد الذي يبدو نهائياً ومؤكداً هو ان جميع التخمينات القديمة القائمة على ان الأرض قد مرت بـ «مرحلة نجمية» اي انها كانت ملتهبة في المرحلة الأولى من تشكلها تعتبر مالية تجاورها الزمن . سرى لاحقاً ان هذه الحالة هي بالنسبة لوضعنا المريح اليوم أو بقول ادق : بالنسبة لقابلية الأرض للحياة ، ذات اهمية حاسمة .

لقد حصلت الأرض بدون شك من بين احوتها من الكواكب الأخرى على موقع منمير . إنها تحتل افضل مكان في مجموعتنا الشمسية . قد يتوجب علينا أن نعرف بانصاف ان هذا القول قد ينطق أيضاً على كلا حاري الأرض ، الزهرة والمريخ . صحيح ان الجو السائد على هذين الكوكبين غير مقبول بالنسبة لنا ولا نستطيع بدون تجهيزات واقية مكلفة ان نعيش هالك ولو لفترة قصيرة ، لكننا لاستطيع الادعاء ان الحياة عليها غير ممكنة على الاطلاق ، علينا فقط ان نضع أمام أعيننا ان معاييرنا الأرضية ليست معايير ملزمة كونياً . ان مايلو لنا غير محمول يمكن ان يكون بالنسبة لمتعضيات ذات تركيب مخلف مريحاً حداً بل ولربما مفضلاً

غير انه لاند من القول ان للتخيل في هذه النقطة حدوداً معينة اذا أردنا ان لاضيع في تخمينات لانحضع للسيطرة علينا أولاً ادن ان نحدد هذه الحدود ولو ضمن إطار عريض . قبل كل شئ سيكون بالتأكيد مطلقاً ان نطلق من ان الحياة ، مهما كان الشكل الذي هي عليه وحتى لو اختلف تماماً عما اعتدناه أو عما نستطيع تصوره ، مرتبطة بالتمثل العصوي . كيفما حاولنا تعريف الحياة بإنها لايمكن ان تكون إلا شكلاً من اشكال التعبير عن بنية مادية (جسمية) معقدة تحصل فيها أو عليها عمليات او تغيرات كثيرة العدد ومتتابعة . مثل هذه البنية المعقدة تشترط وجود جزئيات كبيرة معقدة البناء . بذلك نكون قد وضعنا حداً أعلى لدرجة الحرارة المسموحة ، لأن جميع الجزئيات تنفك في درجات الحرارة العالية جداً إلى مكوناتها من الذرات المنفردة .

نستطيع نفس الطريقة من التفكير ان نجد مرتكزاً لوضع حد أدنى لدرجة الحرارة للمسموحة . كما سبق وقلنا ، تشترط «الحياة» تغيرات مستمرة أي تبديلاً مواصلاً للحالات الجسمية . لذلك فإن الحياة بالصيغة التي نستطيع تصورها بها مرتبطة بالماء السائل كإداة انحلال اي كـ «وسط» تحري فيه العمليات المتواصلة التي هي قبل كل شئ عمليات كيميائية . إذن لكي يتمكن كوكب ما من حمل الحياة وقبل كل شئ انتاجها يجب ان يهيئ «بيئة حرارية» يتشكل فيها الماء السائل على الأقل وقتياً (خلال فصول سنوية محددة أو خلال مراحل تطور حيولوجية)

في نقطة لاحقة من التاريخ الذي نحاول رسمه في هذا الكتاب سيثعلل السؤال عن كيفية نشوء الحياة على الأرض وعما اذا كانت عملية شئونها قد تمت بصورة طبيعية أو «فوق طبيعية» بعدئذ سوف نعالج كيف يمكن ان تتطور الحياة في شروط تختلف عن الشروط الارضية

أما ما حيث هم بوضع تاريخ النظام الذي يمثل مأوانا الكوني فإنه من المشروع ان نقصر بحثنا على الشروط الصالحة بالنسبة لنا بصورة خاصة . سيعي هذا عندئذ ان الوسط الحراري اللارم لحمل الحياة ممكنة يقع بين درجة محمد الماء ودرجة علياه . المصدر الوحيد للحرارة الذي يمكن اخذه بعين الاعتبار هو المحم القاع في مركز المظومة والذي عمدناه تحت اسم «شمس» . بما ان الاشعاع الشمسي ظل عملياً ثابتاً مد مليارات السنين ، هذا ما تشير اليه الآثار المتبقية في باطن الأرض ، فإن درجة الحرارة على كوكب من الكواكب تتعلق بصورة جوهرية بالمسافة التي تفصله عن الشمس ثم بالعلاف الجوي المحيط به اذا كان له مثل هذا العلاف

اذا ما وصمنا جميع اعضاء منظومنا تحت هذا المطار يتضح لنا كم هو مثالي الموقع الذي تحتله الأرض . لكن هذا الامتياز المكاني الذي حصل عليه بالدات كوكبا لا يجب ان يجعلنا في هذا الترابط الخاص سجد موقف التشكك تجاه المسار الفكري الذي نتبعه . بما أننا موجودون ، ربما الوحيدون ، على الأقل الوحيدون كشكل من اشكال الحياة العالية التطور في منظومتنا الشمسية وبما اننا قد نشأتنا على الأرض لذلك يجب ان يكون موقع هذا الكوكب في المجموعة الشمسية متميزاً منذ البدء . لولم يكن الأمر كذلك لسنأنا وتطورنا على كوكب آخر أو لما توهرت لنا الامكانية اليوم لتكوين افكار حول هذه الظواهر . لبدأ ملاحظتنا بالكوكب الأول من الداخل ، الأقرب الى الشمس ، الكوكب ميركور (عطارد) . يتحرك عطارد على مدار يعد عن الشمس وسطياً حوالي ٥٨ مليون كم .

بعية المقارنة بذكر ان الأرض تعد عن الشمس حوالي ثلاثة امثال هذه المسافة أي حوالي ١٥٠ مليون كيلومتر . تتطابق درجات الحرارة على الجهة من عطارد المواجهة للشمس مع هذا التناقص ، اذ تطلع حوالي ٣٠٠ إلى ٤٠٠ درجة . بما أن هذا الكوكب أصغر (يبلغ حجمه مرة ونصف حجم القمر) من ان يتمكن من تثبيت غلاف جوي حوله يخفف من التآرجحات الحرارية فإن درجة الحرارة تنخفض على الجهة المظلمة حتى ناقص ١٢٠ درجة . إن هذا التفاوت الحراري المخيف لا يستطيع تحمله حتى ولا رواد الفضاء المرتدون أفضل الدلات الفضائية التي نصممها اليوم

أما على الكوكب فينوس (الزهرة) المحاور لنا من الداخل فتبلغ درجة الحرارة ايضا حوالي ٤٠٠ درجة على الاقل ولربما اكثر من ٥٠٠ درجة أحياناً . على الرغم من بعده الأكبر عن الشمس والبالغ حوالي ١٠٠ مليون كم تبلغ الحرارة هذه الدرجة المرتفعة لأن العلاف الجوي المحيط به شديد الكثافة بحيث يبلغ الضغط على أرض الزهرة ١٠٠ صغط حوي ، أي ان الرصاص الذي ينصهر في الدرجة ٣٢٧,٥ سيكون سائلا هناك

لذلك لا يستطيع تحت هذه الظروف ان يفكر بهبوط مركبة فضائية مأهولة على سطح الزهرة خلال مائتي من عمرنا . سيكون ايضا على المستقبل البعيد غير ذي جدوى . في مثل هذه الظروف المتطرفة سيكون للرجال الآليين فعلا واستثناء امكانيات استطلاعية افضل من الانسان مهما كانت اجهزة حمايته جيدة ، لأن الانسان المسافر الى هناك يجب ان يتوقع ليحتمى من الحرارة في ديانة سمكة إلى درجة لا يستطيع معها مراقبة تلك الدنيا الغريبة إلا بحواس اصطناعية اي بصورة غير مباشرة . لكن مثل هذه

المراقبة ممكنة بنسب الحدود بواسطة نظام استعلامات تحمله مركبة فضائية مصممة لهذا الغرض . لذلك لانجد سبباً وجيهاً يبرر الاهتمام بارسال انسان في اي وقت الى هذا الكوكب المتوحش . غير اننا على الرغم من الحو الجهنمي السائد على سطح كوكب الزهرة لا يجب ان نصفه ، في معرض حديثنا عن امكانية نشوء الحياة بالشكل المعتاد الذي نعرفه ، على انه كوكب معاد للحياة أو ان العيش عليه غير ممكن في أي وقت على الاطلاق . كما سنرى لاحقاً مرت أرضاً على الأرحح في مراحلها الأولى بحالة تطور مشابهة . هناك ما يؤيد وجوب اعتبار الزهرة «كوكباً حاملاً للحياة في المرحلة الحسية» . في حال استمرار التطور بصورة طبيعية نستطيع ان نتجراً على التساؤل ان الحياة العضوية يمكن ان تنشأ في هذا الموقع ايضاً من مجموعتنا الشمسية خلال ١ - ٢ مليار سنة .

لاشك ان هذا الزمن طويل جداً علاوة على ذلك فإن النظام الشبه عضوي القائم على الزهرة في المرحلة الراهمة قابل للتخريب بسهولة من قبل كائنات عضوية قد تدخل اليه قادمة من الخارج . لذلك فإن الزهرة كوكب منحوس لوجوده سجوار كوكب مأهول بعرق واسع الفصول وشديد النشاط . لهذه الاسباب فان فرصة استمرار التطور الطبيعي على سطح الزهرة بدون مضايقات خارجية خلال كل هذا الزمن الطويل صئيلة جداً بالتأكيد . قل ان يكون هذا الكوكب قد بلغ هدفه النظري الممكن ستكون الأقمار الصناعية الأرضية وأجهزة المراقبة والبحث والتجارب البيولوجية الخارجية قد حولته إلى «مركز هيات كوبي»

أما على سطح حارنا الخارجي المريخ (وسطى بعده عن الشمس ٢٢٨ مليون كيلو متر) فتتراوح درجات الحرارة على حط الاستواء بين زائد ٢٥ وناقص ٧٠ درجة يبدو هذا بالمقارنة مقبولاً لكن الضغط الجوي حفيف جداً اذ يطاق الضغط الجوي الأرضي على ارتفاع ٣٠ إلى ٤٠ كم (من المعروف ان متسلفي الجبال يحتاجون الى كهامة أوكسجين ابتداء من ارتفاع ٤ كم) سوف لن تتمكن اذن لهذا السبب من التنفس على سطح المريخ ، بغض النظر تماماً عن كون جو المريخ لا يحتوي تقريباً على الأوكسجين وإنما يتألف بمعظمه من غاز الفحم و(ربما) الآزوت .

لكن الشروط السائدة هنا هي بصورة عامة اقل تطرفاً من تلك السائدة مثلاً على القمر - الكوكب الذي وطأته مراراً أقدام الشر وتصرفت بنشاط عليه . رغم ذلك فإن الإقامة على المريخ غير ممكنة إلا لفترة مؤقتة لأغراض البحث العلمي وفي حماية ملابس فضائية معقدة مجهزة بانظمه تكييف وتشمس محكمة الاعلاق

غير اننا لايجوز ان نستنتج من ذلك نفي نشوء أشكال حياتية مربية خاصة هناك . لقد تكيفنا نحن الشر بدقة تامة خلال عملية تطور بيولوجية شاقة وطويلة مع الشروط الخاصة التتميرة السائدة هنا على الأرض بحيث اننا نميل إلى اعتبار اي انحراف عن هذه الشروط على أنه صار لجميع انواع الحياة . ان هذا ليس سوى حكم مسبق مضلل فرضته علينا العادة قد نعرف ما اذا كانت توجد حياة على المريخ عندما تهبط اول مركبة غير مأهولة على سطحه وترسل لنا نتائج تحليل تربته او تعود اليها حاملة عينات من هذه التربة

بما ان معظم الناس لا يعرفون السب الذي يجعل من تحليل عينة من تربة المريخ طريقة مفيدة لكشف وجود اشكال حياتية هناك أود ان أوضح ذلك ببعض الكلمات . حسب كل مانعرفه لا يستطيع اي نوع من انواع العصوية الحية أن يشأ معرلاً أو أن يستمر . يجب ان يبقى المجال الحيوي الذي تتواجد فيه مستقراً يوفر دائماً نفس الشروط الحياتية ، على الرغم من أن المتعضيات المفردة تخضع لعمليات تمثل عصوي شطة وتشأ دائماً من جديد ثم تموت . وهذا لا يكون ممكناً إلا عندما تتشكل دوراب كبيرة ينتج عنها دائماً غذاء جديد وتتحرب فيها العناصر العصوية للأفراد الميتة متفككة إلى مكوناتها الأولية بحيث تصبح جاهزة لناء الأفراد الجدد . للمحافظة على هذه السلسلة المعقدة لمثل هذه الدورات بوجب وجود عدد كبير جداً من مختلف انواع الكائنات الحية . تمتد هذه السلاسل على الأرض من لسانات عبر البكتيريا الأرضية الهادمة والحيوانات اللاحمة والقائمة ، عملياً بدون اية فجوة حتى تصل إلى آخر زوايا المحال الحيوي المتوفر .

إذا كانت توجد حياة على المريخ تخضع ولو من بعيد للقوانين البيولوجية المنطبقة على الكائنات الحية الأرضية المعروفة فإنه يرحح ان لا توجد عينة مأخوذة من أرض المريخ لا تحتوي على الأقل ولو كائنات عصوية مجهرية . وبما ان هذه الكائنات المجهرية بدورها تحتاج إلى وجود دورات بيولوجية في محيطها ، سنزيد التتيحة الايجابية لمثل هذه العينة اما يستطيع ان نتوقع بعض المفاجآت عندما ندقق البحث بطرق أخرى

على العكس من ذلك فإن التتيحة السلبية لتحليل العينة لن تعطي برهاناً قاطعاً ، لأنه مهما بدا لنا هذا غير قابل للتصور فما من أحد يستطيع ان ينفي امكانية شوء حياة على المريخ تخضع لقوانين مختلفة تماماً عن البيولوجيا الأرضية التي نعرفها في هذه الحالة قد لاسجد لهذه الحياة آثاراً في تربة المريخ . ان الاجابة ، التي قد تكون قريبة ، على هذا السؤال ، الذي لن نستطيع الاجابة عليه بالتأملات النظرية مهما كانت حادة والذائر حول ما اذا كان شكل البيولوجيا التي لانعرف سواها حتى الآن هو الوحيد الممكن أم أنه مجرد حالة ارضية خاصة ، سنستطيع لوحدها أن تجعل من الرحلات العلمية القادمة إلى المريخ مغامرة عقلية لامثيل لها . اما الحوارات المؤكد مستقدها لنا الرحلات المأهولة المخططة خلال العقد القادم ان عدم اكتشاف آثار للحياة في الصور التي أرسلتها المركبات المريحية حتى الآن لا يعني اي شيء اطلاقاً . لقد أشار العلماء ها ، نعرض المفارقة ، بحق إلى الصور ، التي أرسلها اقمار الرصد الجوي مثل تيموس وتيروس وغيرها ، عن سطح الأرض . من بين آلاف وآلاف الصور المأخوذة هذه الطريقة يوجد عدد قليل فقط يستطيع في محترف ان يكتشف عليها ما يشير إلى ان الأرض مأهولة على الرغم من أن حضارتنا قد غبرت سطح الأرض الى درجة لا نتوقع لها مثيل على كوكب آخر .

إذا ما واحة إلينا السؤال عن الأمكة المحتملة لوجود الحياة في مجموعتنا الشمسية خارج الكرة الأرضية فإن الجوايين العقلانيين الوحيديين اللذين يستطيع اعطاءها في الوقت الحاضر ها : بعد زم بعيد جداً في المستقبل ربما على الزهرة وباحتمال ضعيف جداً الآن على المريخ ، لاسا اذا ما عدرنا المريخ إلى حوبيتر (المشتري) تصبح الشروط السائدة هناك على بعد ٧٧٠ مليون كم عن الشمس متطربة جداً لدرجة

نصح معها حتى الحياة البعيدة جداً عن الشكل الذي نعرفه غير ممكنة . ان هذا الكوكب الكبير (أكبر الكواكب) محاط بغلاف جوي سميك لا نستطيع اجهزتنا اختراقه تبلغ درجات حرارة طبقاته العليا ماقص ١٢٠ درجة ويتكون على الأرجح من عار الأمونياك المتجمد والميثان . اما بالنسبة لبقية الكواكب ساتورن (زحل) ، اورانوس ، نيبوتون وأفلوطين (وهو الأخير ويبعد عن الشمس ٦ مليار كم وتظهر الشمس منه كنجم صغير) . فيصح مدنياً نفس الشيء .

لقد شأ ادن في المكان رقم ٣ اعتاراً من الوسط في نقطة مريجة ومناسبة على بعد ١٥٠ مليون كم من مركز ثقل المنظومة قبل ٥ - ٦ مليار سنة من كتل غبارية كونية ، الكوكب الذي يعيش عليه اليوم . كان في مراحل وجوده الأولى مجرد كرة ففصاصة ضعيفة التماسك بحجم يفوق حجمه الحالي عدة مرات لكن تزايد وزنه جعله يتجمع أكثر وأكثر ويصبح بالتالي أكثر وأكثف . كما ان تزايد الضغط تسبب في نفس الوقت تسخينه شيئاً فشيئاً بصورة متواصلة ودعمت عملية التسخين هذه تتفكك العناصر المشعة التي كان يحتويها آنذ الحليط العوصوي اللامتجانس من الكتل المادية المختلفة .

نتج عالياً عن التسخين العوصي . أما هنا واستثناء من القاعدة كان العكس هو الصحيح ، اذ عندما سخنت المادة المكونة للكوكب الناشئ أكثر وأكثر حتى اصحت أخيراً في الداخل سائلاً متأججاً ، بدأت الحادية بفصل وتصنيف العناصر المختلفة ، التي تحتويها الكرة العملاقة ، تبعاً لوزنها . بهذه الطريقة يتوضح سبب كون نواة الأرض مؤلفة من معادن ثقيلة لكن ليس فقط في الداخل وإنما ايضاً في جميع الطبقات الأخرى للجرم السماوي الجديد يجب ان يكون قد حصل آنذاك اختلاط بطيء ولكنه حذري لجميع الاجزاء المتجمعة على اختلاف أنواعها والداخلية في محال جاذبيته والتي ساهمت بذلك في نشوئه

كان هذا يطبق على السطح الخارجي ايضاً . صحيح انه يوجد ، كما ذكرنا ، في النسم الجامد من القشرة الأرضية عدد من الروابط الكيميائية التي ماكانت لتستطيع ان تبقى موجودة فيها لو ارتفعت درجات الحرارة هنا ايضاً الى المستوى الذي هي عليه اليوم في أعماق أكبر من حسم الأرض . لكن التراكيب الجيولوجية القائمة تشير على الجانب الآخر إلى أن الطبقات الخارجية للأرض يجب ان تكون ايضاً قد سحنت مؤقتاً على الأقل إلى درجة اصحت معها في حالة لينة شبه سائلة نستطيع تشبيهها بالكتل المنطلقة لتوها من أعماق بركان هائج

يصبح الأمر مثيراً عندما يتضح لنا اليوم ان كل عامل من هذه العوامل كان حقاً ذا أهمية حاسمة في عملية التطور اللاحقة . بعد عن الشمس قدره ١٥٠ مليون كم ، حجم جعل ، بسبب الحرارة الناتجة منه ، شواء نواة معدنية للأرض ممكناً ؛ كمية من العناصر المشعة ساهمت في عملية التسخين تماماً بالمقدار الذي جعل احراء الأرض العليا تنصهر مشكلة السطح المتناسك والمتراط ، لكن هذا التسخين كان من الناحية الأخرى تحت المستوى الذي لو وصل اليه لأدى إلى تفكك الروابط الكيميائية المتشكلة والعودة بها إلى مكوناتها الأولية الدنيا .



ستصبح لنا فوراً أهمية هذه النقطة الأخيرة عندما ندرك ان الأرض حتى هذه النقطة من تطورها لم تتمكن من استخلاص أدنى فائدة من موقعها المتميز في المجموعة الشمسية . إن محاولتنا إعادة تصميمه بحطوطه المريضة حتى الآن هو نشوء كوكب كروي الشكل تقريباً ذي سطح ممهد بصعوبة ومخلوط جيداً بسبب عمليات الانصهار ومكون من كتل صخرية من البازلت والغرانيت . لكن كرة سباحة في الفضاء الفارغ ذات سطح من الصخور العارية وحتى لو كانت في موقع أفضل من هذا الذي هي عليه ، ستكون عقيمة ومستبقى عقيمة أيضاً . إن ما كانت تحتاجه هذه الكرة للأن هو الغلاف الجوي . من اين كان سيأتي ؟ ان الجواب بسيط ومذهل في آن واحد : لقد تعرقت الأرض .

\*\*\*

\*\*\*

\*\*\*

### ٣. نشوء الغلاف الجوي

لقد أصبح واضحاً أنه لم يكن للأرض غلاف جوي في نقطة التطور التي وصلنا إليها الآن . جميع الاحراء العارية باستثناء بعض القايا الصغيرة تطايرت في الفضاء بينما تجمعت حبيبات الغبار اللا حصر لها ، عمر ملايين السنين ، حول بعضها البعض مشكلة حتماً كروياً بحجم الكوكب . هذه الطريقة صاغت العناصر الخفيفة جميعها تقريباً ولم يبق منها ، وهذه هي النقطة الحاسمة ، سوى تلك التي كانت متفاعلة مع عناصر ثقيلة مشكلة معها روابط كيميائية .

تشير جميع الدلائل الى ان هذا هو التفسير البسيط لكون الأرض تحتوي على حصة من العناصر الثقيلة أعلى بكثير من توزعها الوسطي في مجمل الكون . تتألف الشمس مثلاً نسبة تزيد عن النصف من الهيدروجين وتصل الى ٩٨ بالمائة من العنصرين الخفيفين ، الهيدروجين والهيليوم . يبقى فقط ٢ بالمائة من اجمالي كتلتها لجميع العناصر الأخرى . على العكس من ذلك تشكل نواة الأرض المؤلفة من معادن ثقيلة حصراً ، على الأرجح حديد ونيكل ، كرة يبلغ قطرها حوالي نصف قطر الأرض .

لكن نسبة العناصر الخفيفة والأخف الموجودة في القشرة الأرضية وفي البحار والغلاف الجوي الأرضي تبلغ اليوم مقداراً معتبراً . لا نشد عن هذه النسبة سوى العازات الحاملة التي من أهم حواصها عدم قدرتها على التفاعل مع العناصر الأخرى . لذلك تقدم ندرتها النسبية برهاناً غير مباشر على صحة نشوء الأرض « بالطريق البارد » ، الذي سبق وشرحنه . كما أنها تؤكد ان العناصر الخفيفة في هذه المرحلة من التطور الأرضي لم تكن قادرة على البقاء إلا متحدة مع عناصر أثقل (هذه الفرصة لم تكن متوفرة للغازات الحاملة) لكن استمرار مثل هذه الاتحادات الكيميائية لم يكن ممكناً لو تجاوزت درجة حرارة الأرض على الأحص في قشرتها حداً معيناً .

تقدم هذه الافكار محتمة صورة للأرض كان معها داخلها سائلاً أحمر متوهجا بينما كانت القشرة

المعرصة للمصاء المارح قد بدأت تبرد ببطء . تقف هذه الصورة مرة أخرى على أرضية صلبة . ليس فقط لأن هذا الوصف لم يزل يصح حتى الآن . لم يزل القسم الخارجي من نواة الأرض سائلاً متوهجاً حتى اليوم كما لم تزل الطبقات الدنيا من القشرة الأرضية حتى اليوم ساخنة بما يكفي لتغذية البراكين العديدة المنتشرة في شتى اصقاع الأرض

لا تستمد الأرض حتى يومنا هذا حرارتها حصراً من الشمس ، بل ان حرارة لبها الداخلي الناتج عن الضغط والاشعاع لم تزل حتى هذا اليوم تشع تياراً ساحناً يصل حتى السطح . لهذا السبب فإن درجة حرارة سطح الأرض لن تنخفض إلى المستوى الكوي حتى ولو لم تكن الشمس موجودة . لكن هذا لن يساعد كثيراً لأن حرارة الأرض الذاتية متدنية جداً . يقدر الاشعاع الحراري الذاتي للأرض بحوالي واحد من مليون حرية لكل سنتيمتر مربع من سطح الأرض في الثانية كحد أقصى . تمتص الأرض من الأشعة الشمسية المسلطة عليها ، في وسط النهار ، ٣٠٠٠ ضعف هذه الكمية التي تفقدها .

لكن هذه الحرارة الذاتية للأرض كانت لها آنذاك كما لم تزل لها اليوم نتيجة إضافية أكثر أهمية هي : حدوث البراكين . لم تعد نهم اليوم بالنشاط البركاني إلا من وجهة نظر سياحية أو ككوارث سماع عنها في نشرات الأخبار . لذلك قد يتعجب البعض عندما يعلم ان الأرض لم تكن لنستطيع ابدا تطوير وحمل الحياة ما لم تكن مركابية منذ البدء .

إن ما تبصقه هذه «الحال الباصقة للبار» هو ليس فقط كتلاً من المواد البركانية الملتهمه واما بالاضافة إلى ذلك ، آنذاك كما اليوم ، كميات كبيرة من بخار الماء بالاضافة الى الأروت وغاز الفحم والهيدروجين والميتان والأمونياك . بكلمات أخرى : كانت البراكين هي العوهمات التي تعرق ، بكل المعنى الحرفي لهذه الكلمة ، كوكبا عرها العناصر الخفيفة المحسوسة في القشرة الأرضية والتي اصبح السطح الأخذ في الترد يحتاجها بصورة ملحة . لولا البراكين لما حصلت الأرض ابدا على غلاف جوي من العناصر الغازية الخفيفة ولما وجدت المحيطات والبحار .

إن كميات المواد التي نقلتها البراكين من داخل الأرض الى خارجها أكثر مما يتصور معظم الناس . يقدر الجيولوجيون عدد البراكين الشطة في الوقت الحاضر بحوالي ٥٠٠ بركان تدفع سنوياً الى سطح الأرض كمية من الصخور يزيد حجمها عن ٣ كيلومتر مكعب . بذلك تكون ، خلال الأربعة إلى الأربعة والنصف مليار سنة التي يعتقد انها مرت منذ تصلب القشرة الأرضية ، قد خرجت كمية هائلة يعادل حجمها حجم جميع القارات . أما الانتاج الغازي للبراكين فلا يقل عن ذلك . بما أن هذا الانتاج يتألف بنسبة ٩٧ بالمائة من بخار الماء الذي هطل عبر الزمن متجمعاً في منخفضات الأرض فلا تبقى أية صعبوبة لتصور نشوء المحيطات عن هذه الآلية . نستطيع في سياق هذا العرص أن نفترض أن نشاط البراكين وعددها كان في العصور الاولى ، حيث كانت الأرض لم تزل أسخن مما هي عليه اليوم ، أكبر بكثير مما هو عليه الآن .

لقد قلنا أن بحار الماء المتسرب عبر الصهائم البركانية هطل وتجمع في المناطق المنخفضة من سطح الأرض مشكلاً المحيطات الاولى . من المرجح أن هذه العملية التي استمرت عشرات الآلاف من السنين

ستبدو لكثير من الناس حدثاً درامياً مثيراً ، لأن بخار الماء عندما بدأ بالتكثف ومن ثم بالمطول على شكل قطرات كانت درجة حرارة القشرة الأرضية لم تزل تنوف عن ١٠٠ درجة بقدر كبير . لذلك عندما بدأ المطر آنذاك بالسقوط لأول مرة في تاريخ الأرض لم تتبلل الأرض من هذا المطر ، لأن القطرات المتساقطة كانت تتحول ثانية فور ملامستها سطح الأرض ، كما لو لامست صحيفة حامية ، الى بخار ماء يرتفع مجدداً نحو الأعلى . بهذه الطريقة راحت الحرارة الموجودة في القشرة الأرضية تنتقل الى الطبقات العليا من الغلاف الجوي بصورة أسرع وأكثر فعالية وتنتشر من هناك في الفضاء . وهكذا يرى أن كوكبنا قد سرع بمساعدة بخار الماء المتسرب من البراكين هذه المرحلة من تاريخه وعُجل بالتالي عملية تبرّده .

لوقيت جميع المياه الموجودة اليوم على سطح الأرض على الحالة البخارية التي كانت عليها في تلك الحقبة العابرة لكان ضغط الهواء على الأرض يبلغ ٣٠٠ ضغط جوي أي ٣٠٠ ضعف مما هو عليه اليوم . غير أنه يتوجب علينا اجراء بعض التشطيطات لأن كمية الماء يجب أن تكون آنذاك أقل مما هي عليه في الوقت الحاضر . رغم ذلك نحصل ، عندما نحاول وصف الحالة التي كان عليها سطح الأرض في هذه المرحلة ، على صورة كائوسية . غلاف جوي كثيف بدرجة لا تصدق لا تسمح نسبة بخار الماء العالية فيه لأي شعاع من ضوء الشمس باختراقه . لعشرات الآلاف من السنين استمرت الانفجارات بين الغيوم بلا انقطاع وبقوة لا نستطيع تصورها اليوم . يضاف الى ذلك حرارة تزيد عن مائة درجة و سطح للأرض محاط بخار الماء المخيم فوقه . كان المصدر الوحيد للضوء هو الرق الناتج عن عواصف رعديّة تصم الأذان ولا تهدأ أبداً . إن رائد الفضاء الذي سيحد أمامه كوكباً تسود فيه مثل هذه الشروط سيكون في منتهى الحكمة عندما ينعطف راجعاً من حيث أتى . إنه لن يتجنب الهبوط على مثل هذا الحرم السماوي وحسب بل سيضطرب اسمه بالتأكد من قائمة الكواكب التي يتوقع أنها قابلة للحياة

بالرغم من كل ذلك كانت هذه الحالة فعلاً حالة الكوكب الذي نشأت عليه الحياة . ونظراً لكثير من الظواهر المتوازية نستطيع أن نعتقد أن حالة جارتنا الزهرة هي اليوم في مرحلة تحضيرية مشابهة . إن الطريق الى الحياة طويل ويحتاج مليارات السنين ، لكن نفَس الطبيعة طويل أيضاً . إن عدد العوامل التي يجب أن تتحقق مجتمعة لكي يتم قطع هذا الطريق الطويل بسلام ، أي عدد الصدف السعيدة ، قد أصبح حتى هذه النقطة من المراحل التي تتبعناها في تاريخ الأرض كبيراً لدرجة نعث على المعجب . البعد المناسب عن نجم يشع الطاقة دخل مرحلة الاستقرار منذ مليارات السنين . مدار يكاد أن يكون منتظماً (شبه دائري) يؤمن حداً أدنى من تجاسس الشروط على سطحه . حجم ليس صغيراً جداً ، لكي تصبح عملية تسخين جسم الكوكب ممكنة ، ولا كبيراً جداً لأن زيادة التسخين ستؤدي الى ضياع معظم العناصر الخفيفة التي تلعب لاحقاً دوراً حاسماً .

إن عدد العوامل اللازمة والتعقيدات المتشابهة التي يجب أن تتحقق لكي نستمر عملية التطور بعد هذه النقطة يتزايد ، كما سنرى لاحقاً ، اعتباراً من الآن بصورة أسرع وبشكل يثير الدهول . إذا ما عدنا الآن الى السياق التاريخي وألقينا نظرة على الغلاف الجوي الذي أنتجته الأرض بعيد ولادتها سيلفت انتباهنا أن هذا الغلاف لم يكن يحتوي الاوكسجين . بخار الماء ، الهيدروجين بحالة

غارية ، الأزوت ، ثاني اوكسيد الفحم ، الميثان ، الاومونياك ولربما أيضاً ثاني اوكسيد الكبريت ، هذه هي الغازات التي انطلقت من أعماق الأرض الملتهية لتشكّل أول غلاف هوائي لكوكبنا لم يكن يوجد بينها الاوكسجين الحر .

إن جواً هذا التركيب لا يبدو لنا اليوم ممثلاً وحسب بل ومعادياً للحياة بصورة مطلقة . في الواقع لم تكن تتوفر امكانية للبدء بشروط انطلاق أخرى . لقد كان في الواقع توفر الاوكسجين الحر في هذا الغلاف الجوي الأرضي الأولي واحداً من الشروط الكثيرة التي يجب أن تتحقق إذا كان على عملية التطور أن تستمر حتى ظهور الحياة . نحن ، بشر اليوم ، لا نستطيع العيش لحظة واحدة في جو يتكون بمعظمه من الأزوت وغاز الفحم والميثان . ينطبق نفس الشيء على جميع أشكال الحياة الكثيرة الأخرى التي تعيش معنا على الأرض . لكن تاريخ الحياة ليس هو ، كما كانت العلوم تعتقد حتى وقت قصير ، تاريخ بذرة حياتية بدائية أولى ، خلية بدئية مثلاً ، تطورت شيئاً فشيئاً على مسرح كوكب ما كان سطحه بالصدفة «صالحاً للحياة» وبقي خلال كامل المسيرة بدون أي تغيير . «صالح للحياة» ، هذا مفهوم نسبي ومتحول . علينا أن لا نقع في الخطأ وبعتر ما يأسبنا فقط على أنه صالح للحياة وأي انحراف عنه مهما كان صئلاً على أنه انحراف نحو الأسوأ . إن الحالة الحاضرة للأرض بكل جزئياتها هي نتيجة لتطور كانت تجري فيه منذ البدء عمليات تأثير وتأثر متبادلة ومتواصلة بين الحياة والوسط الأرضي المحيط بها ، بما يشبه مبدأ البينغ بونغ (كرة الطاولة) ، كل عملية تشترط الأخرى تؤثر عليها وتغير بتأثيرها .

لم تكن نتيجة ذلك انسجماً أمثل بين جميع أشكال الحياة التي نعرفها والوسط الذي تعيش فيه وحسب بل نتج عنه أيضاً أن سطح الأرض قد تغير تأثير العمليات البيولوجية الحارية فيه بطريقة ودرجة لم نزل معانلها نتكشف للعلماء شيئاً فشيئاً حتى اليوم . إن الأرض كنتاج لهذه العملية التطورية قد ابتعدت عن الحالة «الطبيعية» التي كانت عليها قبل نشوء الحياة على سطحها بما لا يقل عما ابتعد كائن حي كثير الخلايا يعيش اليوم عليها عن أسلافه في حقبة سابقة . إن «الحياة» قادرة على المساهمة في تحقيق الشروط ، التي تنشط تطورها ، بفعالية مدهشة . سوف نتعرض الى هذه المسألة لاحقاً بالتفصيل .

إن «الصلاحية للحياة» هي إذن على أي حال ليست ، كما يعتقد معظم الناس ، خاصية أو بتعبير أفضل ، مركب محدد من الخصائص المحددة التي إما أن تتوفر على كوكب ما أو لا تتوفر . على هذا الأساس تكون تراكيب العوامل المحيطة التي تجعل الحياة ممكنة ، إذا لم نحصر تفكيرنا بأشكال الحياة التي نعرفها ، حسب جميع الاحتمالات أكثر تعدداً مما يستطيع خيالنا الأرضي تصوره .

بتعبير آخر : ستصادفنا في مجرى سردنا التاريخي مؤشرات تفتح أعيننا على أن للظاهرة التي نسميها «حياة» ، قدرة على التكيف تفوق كل تصوراتنا .

لكل هذه الأسباب سيكون حكمنا ، على أن هذا الجو المحيط بالأرض قبل نشوء الحياة عليها والخالي من الاوكسجين سام ومعاد للحياة ، متسرعاً وخاطئاً حتى لو كنا لا نعرف ان الحياة قد نشأت فعلاً لاحقاً على هذا الكوكب الذي كانت تسود فيه تلك الشروط . لقد قدم فعلاً هذا الاكتشاف الجديد نسبياً ، بأن جو الأرض لم يكن يحتوي في الأصل كميات تذكر من الاوكسجين ، لعلماء الكيمياء

العضوية حلاً لتناقض قديم وأعطى في نفس الوقت الجواب على مسألة أساسية في علم الحياة يدور حولها جدل حار منذ مئات السنين

كان التناقض يقوم على مسألة بدت غير قابلة للحل : جميع الكائنات الحية الأرضية (باستثناء بعض الطفيليات وأنواع قليلة من البكتريا) تحتاج الى الاوكسجين كمصدر طاقة لعمليات التمثيل . على العكس من ذلك فإن جميع المادة العضوية غير الحية تتأكسد مع الاوكسجين الحر (بسبب نشاطه الكيميائي العالي جداً) أي تتدمر . كيف استطاعت إذن الحياة تحت هذه الشروط أن تنشأ لأول مرة ؟ مهما حاول أي عالم أن يتصور هذه العملية فإنه مضطر في أي حال أن يفترض أن شئ العضوية الحية الأولى قد سبقته حقبة طويلة من «تطور المادة اللاحية الى الجزئيات العضوية» أو بتعبير آخر قد سبقه زمن شأت خلاله جميع الجزئيات العضوية المعقدة والحساسة التي شكلت المادة الأولية اللازمة لنشوء البنية الحية الأولى . كيف تمكنت هذه الجزئيات المعقدة من الحموص الأمينية والبيبتيدات المتعددة والحموض النووية والبروفيرين من البقاء مستقرة والاستمرار حتى الخطوة التالية ، التي لا تقل غموضاً ، حيث اتخذت أخيراً مشكلة العضوية الحية ؟ حسب جميع قواعد الكيمياء كان الاوكسجين الحر في الغلاف الأرضي يجب أن يفككها قبل أن تتمكن أية عملية لايولوجية من تحضيرها ويعتبرها الى الوجود .

لقد جاء الجواب من دراسة الفلزات القديمة جداً في باطن الأرض . تمكن الجيولوجيون من التأكد من وجود آثار الحث على هذه الفلزات . لقد وجدت إذن في أعماق الأرض دلائل لا شك في صحتها تشير الى أن العيبات المدروسة قد تعرضت زمناً طويلاً جداً الى التأثيرات المناخية السائدة على سطح الأرض . رغم ذلك لم تطرأ على هذه الفلزات ، التي غارت في باطن الأرض قبل ٢-٣ مليار سنة بسبب عمليات الانطواء الجارية في القشرة الأرضية وبقيت هناك على أعماق كبيرة بمعزل عن الهواء ، أية تغيرات كيميائية من النوع الذي يجب أن يحصل ضمن الشروط المشابهة السائدة حالياً في الغلاف الجوي الأرضي بسبب ما يحتويه من الاوكسجين . لقد كان مثلاً اوكسيد الحديد الذي تحتويه هذه الفلزات ، التي كانت في الأصل على سطح الأرض ، ثنائي القيمة . أما اليوم فإن أول ما يحصل في العمليات المناخية هو تحول مثل هذه الرابطة الى اوكسيد حديد ثلاثي القيمة . كذلك كان الأمر بالنسبة لبعض الروابط الأخرى من المعادن التي تحتوي الحديد والكبريت .

هذه الطريقة تم قبل عدة سنوات اكتشاف حقيقة لم يكن يتوقعها أحد وهي أن الغلاف الجوي الأرضي الحالي لم يكن في الأصل كما هو عليه الآن . وهكذا أدت التأملات والبحوث اللاحقة الى حقيقة نشوء الغلاف الجوي بواسطة البراكين بالطريقة التي شرحناها في هذا الفصل . على هذا الأساس أصبح مفهوماً الآن كيف تمكنت الجزئيات العضوية الضرورية الكبيرة من النشوء وقبل كل شيء من البقاء .

كما أصبحت الكيمياء العضوية الآن قادرة على الإجابة على السؤال حول سبب عدم تمكن العلماء رغم البحث الطويل والشاق من إيجاد أية آثار على الأرض تشير الى حصول «التلقيح البدئي» أي الى نشوء الحياة الدائرية من مكونات غير عضوية أي عن غير طريق انقسام الخلايا الحية .

كما أن عدم تمكن العلماء من البرهنة على امكانية حصول التلقيح البدني في الوقت الحاضر وضعهم لزمن طويل في موقف لا يقل حيرة وارتباكاً ، لأنه إذا كان هذا التلقيح البدني قد حصل بطرق طبيعية ، أي لا «فوق طبيعية» ، أو بتعبير آخر ، إذا كانت جميع المادة الحية الموجودة على وجه الأرض قد نشأت بتأثير قوانين الطبيعة فإنه لا يوجد سبب يمنع حصول ذلك الآن أيضاً . لقد أصبحنا اليوم نعرف سبب عدم حصول ذلك : إن الاوكسجين الموجود في الغلاف الجوي الحالي يجعل تكرار هذه المرحلة من تطور الحياة مستحيلاً وإلى الأبد .

لكن وما أن ، كما أصبح معروفاً اليوم ، جميع الاوكسجين الموجود الآن في الغلاف الجوي الأرضي قد نتج خلال تاريخ الأرض من الساعات الحصراء بواسطة التمثل الضوئي ، فإن الحياة نفسها هي التي قطعت ، فور ما ثبتت أقدامها على الأرض ، خط التطور الذي كان ، من يعلم ، سيسير في اتجاه مختلف تماماً هكذا وكأن هناك مصححين أو معاكسين جعلوا خط الحياة الذي طغى على الأرض آنذاك غير ممكن . جميع الامكانات البيولوجية الأخرى على الأرض أصبحت منذئذ وإلى الأبد غير ممكنة . بالتعبير المجازي قام قابيل آنذاك بقتل هابيل لأول مرة

سبق وقلت ان تفتح الحياة ، أي التطور البيولوجي ، كان مترافقاً ومتشابكاً بصورة واسعة مع تطور الوسط الذي بدأت الحياة تنتشر فيه . لقد أصبحت حقيقة ديدية بالنسبة لعلماء البيولوجيا ان تطور وانتشار الحياة يتطابق مع تكيف الكائنات الحية في كل لحظة وبصورة متتابعة ودقيقة مع الامكانات والضرورات المتعددة للوسط الذي تعيش فيه .

لكن النظرة المقلوبة لهذه المقولة ، على الأقل في المراحل المبكرة من تطور الحياة ، والتي لم تلق قبولاً عاماً حتى الآن ، صحيحة أيضاً وهي : في الحقبة الأولى من التطور تكيف المحيط أيضاً - لا مملك طريقة اخرى للتعبير عما حصل - بصورة مذهلة مع متطلبات الكائنات الحية الناشئة . إني لا أعني بذلك فقط التغيرات الواسعة التي سبقتها الحياة في هذا الفصل الأول من تاريخها في الوسط الموجود في بحيث جعلته على الشكل الذي يفتح أمامها امكانات أفضل للازدهار هذه مسألة ستحدث عنها أيضاً .

إن ما أعنيه ، وهو الأهم والأكثر دلالة ، هو ان تطوراً معيناً قد بدأ على سطح الأرض الأولى وبالتأكيد لعدة مئات من ملايين السنين قبل ظهور البنى العضوية الأولى ، التي يمكن تسميتها حية ، وسار في منحى لم يجعل نشوء الحياة ممكناً وحسب بل جعلها حتمية لا مناص منها .

هنا يجب ان نكون على منتهى الحذر في عرض أفكارنا . ما من شيء يتعارض مع قواعد التفكير العلمي أكثر من التفسيرات «الغائية» للأشياء . «الغائية» تعني السير نحو «هدف محدد مسبقاً» . سوف يتعد عن أرسية الحجة العلمية إذا اعتبرنا أن التغيرات على سطح الأرض الأولى قد حصت لكي تحقق نشوء الحياة ، أي إذا اعتقدنا أننا نستطيع «تفسير» الحياة بقولنا ان شئوها كان منذ البدء «هدف» هذه التغيرات .

«تفسير» شيء ما يعني علمياً دائماً إعادة هذا الشيء الى أسبابه واشتقاقه من هذه الأسباب . لكن الأسباب تكون زمنياً دائماً وبدون أن تدري موجودة قبل النتائج التي ترتبت عليها أو نتجت منها . لذلك

فإن لكل سبب نتيجة . لكن ما من قوة في الأرض تستطيع إحداث تأثير ولو من أي نوع لأن بين النتيجة والسبب الذي تحت عمه . إن الطريق يسير دائماً وحسراً من السبب الى النتيجة . في الاتجاه المعاكس لا يوجد أي ترابط . هذا ما نقوله قواعد المنطق . لذلك فإن السبب لا يعرف شيئاً عن النتيجة التي سيحصل عليها . ولهذا السبب لا نستطيع أبداً أن «نفسر» حدثاً بالنتيجة التي أدى اليها . إن عظمة علوم الطبيعة وحدودها أيضاً تكمن في أنها مضطرة إلى التعامل بأدوات مصممة وفق هذا المفهوم لتفسير الطبيعة التي وجدت فيها الحياة . إنها إذن طبيعة يجري فيها التطور كعملية متسلسلة صحيحة وعكمة تنشأ فيها بنى عضوية تزداد تعقيداً وتكتسب باضطراد وظائف على درجة أعلى من الكفاءة وتنتمي استقلاليتها تجاه محيطها الخارجي . هنا نصطدم بتناقض سيثقلنا مراراً في هذا الكتاب .

لكننا قبل ذلك سنضع الظاهرة نفسها أمام أعيننا : كما سبق وقلنا : إن التناقضات الظاهرية لم تأت أبداً لأول مرة مرتبطة بتطور الحياة وإدهاها بل قد حصل قبل ذلك تطور لم يكن التطور لبيولوجي ممكناً بدونه . يتضح هذا بصورة خاصة بواسطة ظاهرة سماها العلماء منذ بضع سنين «تطور الغلاف الجوي» . لير أولاً ما المقصود بذلك ولنحاول بعدئذ استخلاص النتيجة .

يتوجب علينا أن نعود في وصفنا التاريخي من هذا الكتاب الى النقطة التي كنا نتحدث عندها عن مرحلة تطور الأرض المشابهة لحالة كوكب الزهرة اليوم . ما من أحد يعلم كم بقي كوكبنا على تلك الحالة . من الممكن أن تكون مرحلة عابرة وقصيرة نسبياً . يقدر بعض الجيولوجيين ونهم الفرنسيان أندريه كايو وأ . دوفيليه أنها لم تستمر سوى ١٠٠٠٠٠٠ ولربما فقط ٦٠٠٠٠ عاماً .

بعد ذلك كان ترد القشرة الأرضية قد تقدم الى درجة أن الماء المساقط من الجو المشع سخار الماء لم يكن يتحرر ثانية فوراً بل بدأ يتجمع ويشكل المحيطات الاولى . عندما حصل ذلك يجب أن يكون مطر الأرض ، قبل ٤,٥ مليار سنة ، يشبه مخطوطه العريضة الصورة التي يبدو عليها كوكبنا اليوم عند النظر اليه من مسافة بعيدة ، أي يشبه تقريباً الصور التي نبشها لنا عمه الأقمار الصناعية .

كان الجو انثذ قد أصبح صافياً وشفافاً . كانت توحد غيوم على سماء زرقاء . كن للمحيطات والقارات تقريباً نفس الاتساع الذي لها اليوم . لكن اليابسة كانت مورعة على سطح لأرض بصورة تختلف بالتأكيد عما نراه اليوم على الخرائط المسطحة والكروية ، أي ان التحرك القاري لم يكن قد بدأ بعد . كما ان الحياة لم تكن قد وجدت . كانت اليابسة تتألف معظمها من كتل بركانية متبردة وهي صخور عارية من الغرايت والبارلت . كانت الرياح والأمطار قد بدأت لتوها بأعمال الحت والتفتت التي حولت سطح الأرض الصخري شيئاً فشيئاً الى غبار ورمل

أما الغلاف الجوي فكان ، كما مرهنا ، يفتقد الاوكسجين . لكن هذا لم يكن أساسياً ، كما سبق وأوضحنا أيضاً ، بالنسبة لقدرة المتكورات العضوية الاولى على الحياة وحسب بل كان ، على الأرجح ، السبب الذي جعل نشوءها ممكناً على الاطلاق ، لأن الاوكسجين هو أكثر المصافي الجوية فعالية لحجب الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس

تعتبر هذه الأشعة ، ذات الموجات الأقصر من موجات الضوء المرئي ، غنية بالطاقة بصورة



خاصة . ولو لم تكن لتحجب اليوم نفسها الأعظم عن سطح الأرض بواسطة الغلاف الجوي الذي يحتوي الأوكسجين لما تمكنا من العيش هنا . إن القسم الصغير منها الذي يحترق الغلاف الجوي هو الذي يسبب لنا ، كما هو معروف ، الحرق الشمسية المؤلمة التي تصيبنا عند التعرض لأشعة الشمس . إن الخبرة المعروفة منذ القديم بأن خطر احتراق الجلد يزداد في المرتفعات الجبلية تؤيد أهمية الغلاف الجوي كمصفاة للأشعة فوق البنفسجية .

فيما يتعلق بالمرحلة التمهيدية للحياة تنطبق على الأشعة فوق البنفسجية التي يمنعها الأوكسجين من المرور ، نفس القاعدة التي تنطبق على الأوكسجين . تعتبر الأشعة فوق البنفسجية بالنسبة لجميع الكائنات الحية خطيرة إلى درجة أنها تستعمل في عرف العمليات وفي المحاسن الميكروبيولوجية للتنعيم أي لقتل الكائنات العضوية البكتيرية الدقيقة . على العكس من ذلك فقد كان هذا الجزء بالذات من الأشعة الشمسية ضرورياً في العصور الأرضية الأولى ، إذ أنه كان المصدر الوحيد الذي يستطيع مد الروابط اللاعضوية الموجودة في الغلاف الجوي بالطاقة اللازمة لتلتحم مشكلة تلك الجزيئات الكرى التي شكلت لاحقاً المادة الأولية للكائنات الحية .

بقول مختصر . كانت الأشعة فوق البنفسجية كمصدر للطاقة ضرورية لتشكل العناصر العضوية الأولى للحياة لكن في اللحظة التي تشكلت فيها هذه العناصر توجب حجب الأشعة فوق البنفسجية عنها وإلا أدت إلى تعكيكها ثانية فوراً . هذا مثال آخر يبين بوضوح كم كانت الظروف صعبة ومعقدة في هذه المرحلة من التطور قبل نشوء الحياة الأولى على الأرض برمن طويل .

ستصيب الدهشة عندما نتبع الطريق الذي سلكته المادة الميتة على سطح الأرض الأولى ، لا توجهها أية قوى سوى قوانين الطبيعة لتحقيق جميع الشروط اللازمة لنشوء المكونات الأولية للحياة لير كيف حصل ذلك !

كانت الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس تصل بدون عوائق تقريباً إلى سطح الأرض وبالتالي إلى سطح المحيطات الأولى . أدت هذه الحالة فوراً إلى نتيجة مردوجة . كانت جزيئات الميتان وعار الفحم والأمونياك ، بالإضافة إلى بعض الروابط الأخرى ، التي تحتوي عناصر الفحم والأزوت والأوكسجين والموحودة في الغلاف الجوي قد تواجدت أيضاً وبصورة مركزة إلى حد ما في جميع المياه الراكدة أي في المحيطات والبحار . وكانت قد وصلت إلى هناك بواسطة عمليات الخلط المتواصل التي تسببها الرياح والأمواج بين طبقات الماء العليا والهواء الجاثم فوقها . كما أنه من الممكن أن يكون القسم الأعظم منها قد حُلص من الغلاف الجوي بواسطة الأمطار الهائلة التي استمرت آلاف السنين خلال الحقبة الأسبق من تاريخ الأرض .

من المؤكد أن الأشعة فوق البنفسجية قد نفذت إلى عمق عدة أمتار في الماء الغني بهذه الجزيئات . لذلك تم تحريص الجزيئات المعنية في طبقة بهذا العمق لتتجمع مشكلة «قطع بناء» أكثر لكن نفس الأشعة التي سببت نشوء هذه القطع قامت بتفكيكها بعيد نشوئها إلى مكوناتها الأولى . بذلك تحت دورة

متواصلة ومتكرره من الترابط والتفكك يجب أن تكون قد حصلت في الطبقات العليا لجميع المياه المتجمعة

إن دورة من هذا النوع تعتبر مثلاً مدرسياً للدحول في طريق مغلق . بناء على المعارف العلمية المتوفرة اليوم يوحد سساد حعلا عملية التطور تتمكّن من الخروج من هذه الدوامه . الأول هو أن هذه الدورة ، كما ذكرنا ، حصلت فقط بالقرب من سطح الماء أي في طبقة قد يصل عمقها الى عشرة أمتار ولم يتجاوز بأي حال الخمسة عشر متراً . في الأعماق الأكبر لم تعد الأشعة فوق البنفسجية تستطيع التأثير بقوة كبيرة لان طبقات الماء التي فوقها بدأت تعمل كمصفاة واقية .

بذلك استطاع قسم من الحزبيات الأكبر المتشكلة بتأثير الأشعة فوق البنفسجية أن يحنمي دائماً في تلك الأعماق المائية الأكبر . تعبّر أدق كان يدفع باستمرار قسم منها بتأثير تحركات الماء الهائج الى أعماق لا تصل اليها الأشعة القاتلة مبتعداً عن خطر التفكك . بذلك بدأت هذه الحزبيات الكبيرة ، الهامة جداً بالنسبة لعملية التطور اللاحق ، تتجمع في الأعماق الآمنة لا مبالية بطبيعة الدورة لعملية نشوئها . في نفس الوقت سببت الأشعة فوق البنفسجية عملية ثانية جعلت هذه الجزيئات لا تبقى منفية في الأعماق الى الأبد . كانت طاقة هذه الأشعة القصيرة الموجة قوية الى درجة أنها تستطيع تفكيك جزيئات الماء نفسها الى مكوناتها الأولية . لذلك يجب أن يكون قد حصل على سطح محيطات وبحار الأرض الأولى ما يسميه العلماء التفكك بالصوء ، أي تفكك الماء بتأثير الصوء : انشطرت الرابطة  $H_2O$  الى هيدروجين حر واكسجين حر .

صعد الهيدروجين المتحرر ، وهو أخف العناصر ، عملياً بدون أية إعاقة نحو الأعلى عبر الغلاف الجوي وصاع أخيراً في الفضاء . أما الاوكسجين فقد بقي في الغلاف الجوي . لكن الاوكسجين ، كما سبق وقلنا ، هو مصفاة شديدة الفعالية صد نعاذ الأشعة فوق البنفسجية . لذلك لم تستمر هذه العملية من التفكك بالصوء بصورة متواصلة ولم يحصل نوع من الدورة المتكررة وإنما تدخل ما يسمى قانون الكبح العكسي . كححت العملية نفسها عندما بلغ الاوكسجين في الغلاف الجوي حداً معيناً ، أي الحد الكافي لحجب الأشعة فوق البنفسجية وبالتالي لوقف انتاج الاوكسجين عن طريق تفكك الماء بالصوء

أدت طبيعة التعبير الداني لهذه العملية إلى أن سسة الاوكسجين الموحودة في الغلاف الجوي قد تحددت بدقة كبيرة على مقدار معين . عند نقطة محددة تماماً يتوقف انتاج الاوكسجين . عندما يخفص تركيزه تحت هذا المقدار (بواسطة عمليات تأكسد على سطح الأرض تسحب الاوكسجين من الجو) تتراح فعالية النصفية للأشعة فوق البنفسجية عندئذ تستطيع عملية التفكك الضوئي المتابعة وتبقى مستمرة حتى يعود التركيز الأصلي إلى المستوى الذي كان عليه

أطلق العلماء على هذا المثال السمودجي للتأثير المتعاكس اسم «مؤثر يوري» تكريماً للعالم الكيميائي الأمريكي هارولد يوري حامل جائزة نوبل والذي اكتشف هذه الخطوة الحاسمة في تطور الغلاف الجوي الأرضي .

قد يكون معيلاً عند هذه النقطة ان نشير باختصار إلى الطريقة التي تتم فيها اليم دراسة هذه العمليات التي حصلت في الغلاف الجوي للأرض قبل اربع مليارات سنة أو أكثر . على الرغم من خفة هذا الوسط فقد خلف التطور آثاراً عنه تظهر قبل كل شيء على الصخور التي كانت آنذاك على سطح الأرض وحفظت كرواسب في أعماقها . لقد سبق وذكرنا كيف تم التمكن بمساعدتها من اكتشاف الحقيقة التي لم تكن متوقعة على الإطلاق بأن الغلاف الجوي لم يكن يحتوي في الأصل على الأوكسجين . يمكن استخلاص نتائج أخرى بصورة غير مباشرة من مجرى التطور البيولوجي الذي تبع ذلك مباشرة (الزمن محسوب هنا طعماً بالمرحلة الجيولوجية) . انها ، كما سيتضح عند عرضها ، مترابطة مع تطور الغلاف الجوي بما يجعل استخلاص بعض تركيباتها من بعض خصائصه ممكناً .

كل ما يتجاوز ذلك من اكتشافات واستنتاجات ، ومنها أيضاً اكتشاف مؤثر يوري ، هو نتيجة لاستنتاجات نظرية . لذلك قد تكون الافكار التي كونها العلماء عن تلك الاحداث المفارقة لقدم (التي أحاول سردها باختصار) عبر دقيقة أو خاطئة في بعض الجزئيات . غير ان الخطأ ان وجد ان يشمل فعلاً إلا الجزئيات التي لا تمس المجرى الأساسي لتطور الأحداث . يوجد لدينا اليوم عدد من لأثار الملموسة التي تقدم لنا ارقاماً ومعطيات متينة نستطيع الانطلاق منها . كما اننا اخيراً نعرف نواتج عملية التطور هذه .

المطلوب اذن هو إعادة تصميم خط التطور الذي يربط بين ما نعرفه تأكيداً عن الماضي وبين الحاضر والذي يتبع في كل مسيرته قوانين الطبيعة . لا شك ان هذا عسير وبجهد لكن محالات حصول اخطاء جذرية في كل ما تحقق حتى الآن لم تكن كبيرة . ان التشعبات والتفرعات المتعددة لعملية التطور كانت منذ البدء كثيرة التعقيد وشديدة التداخل مما يجعل متابعة مسيرتها لا تتيح كثيراً من التفسيرات المختلفة . لذلك عندما يتمكن العلم بعد جهود طويلة ومضنية من ايجاد تفسير لمقطع ما ينسجم مع تغيرات المقاطع الأخرى يصبح اعتبار هذا التفسير على انه صائب مرراً .

أما الآن فلنعد إلى «تطور الغلاف الجوي» . كان مؤثر يوري اذن هو الذي أوقف تأثيرات الاشعة فوق البنفسجية على سطح الأرض . ابتداء من هذه اللحظة أصبحت الجزئيات الأكبر المشكلة في الماء ، وقبل تفككها ثانية ، في مأمن . أي أن مرحلة العملية الدورية المستمرة من التشكل والتفكك كانت قد انقضت . كيف سارت الأمور بعدئذ ؟

كانت الخطوة التالية ، التي نتجت ببساطة عن الوضع الحالي بناء على خصائص المواد الأولية المتوفرة وردود فعلها تبعاً للقوانين الطبيعية ، مذهلة تنحسب لها الانقاس لدرجة انها تجبرنا عن اتخاذ موقف فلسفي منها يتجاوز مسألة الفهم العلمي .

حاول عالما الفيزياء الحيولوجية لويد بيركر ولاوريستون مارشال من جامعة دالاس ، تكساس ، قبل عدة سنوات ترجمة آلية مؤثر يوري إلى ارقام ملموسة ومحددة . كان يوري نفسه قد اكتفى بالبرهنة على أنه وبناء على الشروط القائمة يجب ان تحصل حتماً آلية كابحة من التأثير المعاكس . كاد واضحاً أيضاً بالنسبة ليوري وزملائه ان كمية الأوكسجين في الغلاف الجوي قد استقرت على مقدار محدد بدقة بواسطة

آلية التعبير الداتي غير أن مقدار هذا المقدار ، أي تحديده برقم ونسبة ، لم يكن معروفاً وبذت معرفته لهم على أنها ليست ذات أهمية حاسمة

كان بيركتر ومارشال هما أول من تنطع لمهمة حساب هذا المقدار المعقد بمساعدة الحوسب الالكترونية . حتى هما أنفسهما لم يتوقعا ولم يتتيا من معرفة هذا الرقم أية نتائج مثيرة . كانا يريدان معرفته وحسب لكن هذين العالمين أصبحا بعدئذ مؤسسي نظرية تطور الغلاف الجوي بالشكل الذي سمرضه هنا والذي أصبح اليوم معتمداً من أغلب العلماء وقد قدم هذا الرقم مساعدة كبيرة لتطوير هذه النظرية الشاملة . لقد شكل نقطة انطلاق متينة للتأملات اللاحقة وكان ذا أهمية عظمى لتدقيق وفحص التهاك الداخلي للمبني الفكري بكامله

بيت الحسابات أن مؤثر يوري قد ثبت تركيز الاوكسجين في الغلاف الجوي الأول عند النسبة ١٠ ، ١ . بالمائة ، أي واحد على ألف مما هو عليه اليوم . أن تكون هذه النسبة صغيرة كل هذا اقدار ، لم يدهش أحداً ، لأن تفكك الماء بالصوء ليس مصدراً غريباً للاوكسجين . علاوة على ذلك فإن الاوكسجين يعمل كمصفاة فعالة للأشعة فوق البنفسجية بحيث يكفي تركيز ضعيف له في الجو لوقف عملة انتاجه . كما أن الرقم بحد ذاته لم يسد في البداية ذا شأن كبير . لكن المفاجأة حصلت عندما بدأ العالان بمساعدة هذا الرقم بحساب الروفيل الموجوي للمصفاة الجوية الحاصلة أي بحساب المحالات فوق البنفسجية التي لا تسمح لها هذه المصفاة بالفاذ

يقصد بذلك ما يلي . إن الصوء فوق البنفسجي لا يتكون من طول موجي وحيد من عدة أطوال تشكل شريطاً كاملاً عريضاً نسبياً من الدبذبات . يقاس طول الموجة الضوئية علمياً بوحدة قياس تسمى آنغستروم . يعادل آنغستروم واحد ١/١٠ مليون من المليمتر . لا يشكل المحال المرئي من الضوء في كامل الحقل الطيفي للأشعة الكهرطيسية سوى مجال ضيق جداً نسبياً . إننا لا نرى سوى الدبذبات الكهرطيسية التي لا يقل طولها عن ٤٠٠٠ آنغستروم (هذا الطول الموحى نراه بنفسجياً) . أما أطول الموجات التي تتحسسها أعيننا فلا تصل الى صعب ذلك ، تبلغ حوالي ٧٠٠٠ آنغستروم ونراها حمراء داكة .

يبدأ الضوء فوق البنفسجي القصير الموجة والغني بالطاقة والذي لا تراه أعينا مباشرة بعد الدبذبات التي نراها بنفسجية (ومنها حاء الاسم)\* ويمتد من هنا عن شريط عريض حتى الطول الذي يبلغ ١٠٠ آنغستروم فقط . تأتي بعد ذلك أشعة رونتجن ذات الموجات الأقصر .

---

\* لقد استخدما في نرحمتنا كلمة «فوق» السفسجية وهي التسمية الشائعة في اللغة العربية . كما نسمى في اللغة العربية الأشعة التي يريد طول موجتها عن ٧٠٠٠ آنغستروم «تحت الحمراء» . كما هو واضح كلا التسميتين غير موفق أو لقل مقلوب ، والأصح هو أن نقول «تحت البنفسجية» و«فوق الحمراء» ، أو نقول كما يقول الاوروبيون «حلف» أو «بعد» البنفسجية و«حلف» أو «بعد» الحمراء إذ اهم يسعدمون كلمة «اولترا» اللاتية وهي نعي «حلف» أو «بعد» أو «على لحاف الآخر من» المترجم

إن الضوء فوق البنفسجي هو إذن ليس شكلاً واحداً متحاسساً من أشكال الطاقة . يستطيع النحل مثلاً تغيير هذه المحالات المختلفة . لذلك يجب أن نفترض أن هذه الحيوانات تستطيع إدراك اختلاف الدذبات المختلفة الواقعة في الحقل الطيفي فوق البنفسجي بطريقة تطابق ادراكنا للألوان . غير أن للضوء فوق البنفسجي ذي الدذبات المختلفة تأثيرات مختلفة على الجزئيات المختلفة . تنحصر مثلاً عملية تفكك الماء بالضوء بأشعة فوق بنفسجية ذات طول مختلف تماماً عن تلك التي تفكك جزئيات الرونيث أو أية رابطة كيميائية معينة أخرى . تعبير آخر ، تتعلق النتائج الكيميائية المترتبة على تأثيرات الأشعة فوق البنفسجية بطول الموجة المسيطرة (أي التي كميتها أكبر) في الحزمات الإشعاعية المعنية . على هذا الأساس يتضح فوراً لماذا اهتم بيركنر ومارشال كل هذا الاهتمام لإيجاد المدى الذي حجب فيه الغلاف الجوي ، المتغير بمفعول مؤثر يوري ، الضوء فوق البنفسجي القادم من الشمس يختلف بمحالاته الموجية (هذا هو ما يعنيه «الروفييل الموجي» لمصفاة ما) ، لأنها عندما يعرفان ذلك يتقدمان فوراً خطوة حاسمة في بناء نظريتهما . سيكونان قد عرفا عندئذ أية جزيئات من تلك التي تجمعت في البحار الأولى وفي الخوف قد تهددت أكثر من الموحات فوق البنفسجية التي كانت لم تزل تتمكن من النفاذ وإن كان بكميات حد قليلة . كما أن الحالة المعكوسة لا تقل أهمية وهي التعرف على الموحات فوق البنفسجية التي حُجبت أكثر من غيرها لأن هذا سيؤدي فوراً إلى معرفة الروابط الكيميائية التي كان لها ضمن الشروط السائدة في هذه المرحلة أفضل الفرص لـ «التكاثر» ، أي للاغتناء كيميائياً لسبب بسيط هو أنها حصلت على حماية أكثر فعالية

ستطيع أن اعتقد لاحقاً أن دقائق قلبي الباحثين الأمريكيين قد تسارعت عندما قذف لها حاسبها أحياناً بالنتيجة . أشارت النتيجة إلى أن ستة الاوكسجين المنتج الرامياً وآلياً بمفعول مؤثر يوري بلغت في الحوا . بالمائة مما هي عليه اليوم وأنها شكلت مع الشروط الحوية الأخرى السائدة آنذاك مصفاة للأشعة فوق البنفسجية تؤمن أقوى وأفضل حماية ضد الموحات الموجودة في المحال بين ٢٦٠٠ و ٢٨٠٠ أنغستروم . بذلك لم يعد هذا المقدار لا محدوداً . إنها أرقام يعرفها أي متخصص في الكيمياء العضوية أو الحوية . إنه بالضبط المحال الذي تكون فيه : الروتيينات والحموض النووية (التي تخزن في نواة الخلية مخطط بناء الكائن الحي ، «الشيفرة الوراثية») على أكثر قدر من التحسس بالأشعة .

علين أن نتبين أولاً ماذا يعني ذلك . تقع النقطة من تاريخ الأرض التي وصلنا إليها الآن ما يوف عن مليار سنة بعد تشكل الأرض وتماسكها بشكل قريب من شكلها الحالي . تكونت الأرض من مواد جاءت من أعماق الكون . كانت هذه المواد عبارة عن خليطة من الروابط اللاعضوية البسيطة التي كانت تحتوي بدورها جميع العناصر الموجودة اليوم على سطح الأرض . كانت هذه العناصر نفسها قد انبثقت بدورها عن العصر البدئي ، الهيدروجين ، أول وأخف العناصر . إننا ننسب إليه دور المادة البدئية لأنه كان ، حسب كل معارفا الحالية ، العصر الأول والوحيد الذي اطلق عن البدء ، عن الانفجار الكوني الأول . لقد بدأ كل شيء باهيدروجين ، نيمية هائلة من الهيدروجين ، الذي تجمع بتأثير ثقله في نجوم الحيل الأولى . في مركز شمس هذا الحيل الأول من السحوم الذي اندثر منذ زمن طويل نشأت خطوة

خطوة خلال أحقاب رمية طويلة جميع العناصر الأثقل عن طريق الاتحاد التدري لنوى الذرات الأخف .  
حامت بعد ذلك الكوارث العظمى حيث تحطم فيها جزء من النجوم القديمة في انفجارات حديدة هائلة مما  
أدى الى تطاير هذه العناصر على هيئة غبار ناعم في أرجاء الفضاء الخالي .

مرت بعد الانفجار الكوني الاول (البيع بائع) عشرة مليارات سنة حتى تشكلت أخيراً من هذه  
الغبار شمسنا مع كواكبها مما في ذلك أرضنا التي وصلنا على سطحها الى درجة من التطور تعطينا القدرة  
على عصر أدمغتنا لتكوين الأفكار مما حصل ولهم رؤوساً تعجباً من كل ما حصل . بعد نشوء الأرض  
أصبحت فوراً شروط التطور اللاحق أكثر تخصصاً وأقل اتساعاً . أصبح لدينا الآن جرم سماوي ذو كتلة  
محددة حصل بواسطتها على حادبية معينة ضغطت الغلاف الغازي المحيط بسطح الأرض الى بعضه  
العض ضغطاً محدد تماماً كما أن بعده الثالث عن الشمس وحقل الشمس الكهرومغناطيسي وحجمها  
وانتاجها للطاقة ، كل ذلك أدى الى شروط اشعاعية وحرارية شديدة الخصوصية على الكوكب الجديد

كان التركيب الكيميائي للغلاف الجوي ، الذي يفتحته براكين قشرتها المتبردة ، حاسماً أيضاً : مقادير  
معينة من بخار الماء ومقادير معينة من غاز الفحم وكميات محددة من الميثان ومن الأمونياك .

جميع هذه المقادير كانت ثابتة كانت نتائج حتمية للتاريخ الطويل الذي كان قد مر حتى ذلك  
الوقت . كان عدد كبير من الصدوف التي لا نستطيع حصرها الآن هو الذي حدد في تلك اللحظة لكل غاز  
من هذه الغازات المقدار الذي هو عليه وليس مقدراً آخر . كل هذا حصل ذاتياً لا يوحهه أي موحه  
سوى القوانين الطبيعية والخواص الفيزيائية والكيميائية الناتجة عن التركيب الذي للمواد المشاركة .

والآن قامت جميع هذه السلاسل المتداخلة من الحوادث ، التي صنعها المادة الميتة اللاواعية تنجيه  
من الصدوف وقوانين الطبيعة ، بإدخال مؤثر يوري في الغلاف الجوي البدني للأرض وهكذا حصل  
نحاة أن جميع هذه الشروط الكثيرة والصدوف والمؤثرات قد تصافرت لتعطي الرقم ١٠ . بالمائة من  
الأكسجين (بالمقارنة مع سسته الحالية) لا أكثر ولا أقل . إنه رقم يعي ، بالتصاف مع تأثيرات مبررة  
ومفصلة لدى أهم قطعتي ساء الحياة اللاحقة وهما : الروتين (الأحين) والحموص النووية من المهم أن  
لا نسي أن هذين المحجرين ، أو المركبين البيولوجيين ، اللذين لا غنى للحياة عنهما ، لم يكونا قد وحدا  
بعد على الإطلاق في هذه اللحظة من تاريخ الأرض لم تكن حتى أسلافهما قد وُجدت بعد .

لا نستطيع أن نهم المرحلة الموصوفة هنا من تاريخ التطور بمعناها الكامل على الإطلاق إلا إذا  
وضعنا أمام أعيننا أن هذين المركبين العصويين ، الروتين والحموص النووية ، لم يكن لهما حتى هذه  
اللحظة أدنى فرصة للتشكل بكميات كافية . إن تركيبهما معقد وسينتهما متميزة لدرجة أن تشكلهما بالصدفة  
صعيف الاحتمال برقم فلكني . إنه عملياً غير ممكن

لدينا هنا مثال ملموس على اللامعقولية التي نواجه علماء الطبيعة باستمرار عند إجراء بحوثهم حول  
العمليات التي سقت نشوء الحياة . إنه في نفس الوقت مثال لواحد من الاعتراضات المودجية المتكررة  
التي يطلقها جميع أولئك الذين يرفضون سلماً البحث عن امكانات تفسير علمي طبيعي لنشوء الحياة .  
لا شك أن دوافعهم مختلفة ومتعددة . غير أن أغلبها ناتج عن حكم مسبق ، سببه تقليد قديم ، يقول ان

امكانية ايجاد تفسير علمي سببي للحياة والانسان تتعارض تماماً مع فكرة «الروح» بالمعنى الديني ووفق ذلك أيضاً مع امكانية وجود الإله وبالتالي مع مفهوم التدين .

إنه لغريب أن يوحد كثير من الناس الذين يرفضون ، انطلاقاً من هذا الخوف اللاواعي (يذكرون غالباً أسباباً أخرى للتعطية) ، التعامل مع الحقائق والأفكار التي لا تناسبهم متهمينها سلفاً وبمراة على أنها «عديمة الروح» أو أنها «غير صالحة» أو أنها تطوي على «نزعات مادية» أو ما شابه . لقد استطعت في عدد لا حصر له من المسابقات أن أتأكد أن الناس الذين رفضوا مثلاً الداروينية متدربين بالخجج المذكورة أعلاه لم يكونوا يعرفون ما فيه الكفاية عن الشيء الذي يهاجمونه لكي يتمكنوا من إطلاع حكم خاص عليه . كان يتبين في كل حالة من الحالات أنهم يتمسكون بحكم مسبق ثم يكررونه دون أن يقدموا تعليلاً خاصاً بهم .

مهما كانت التخوفات المشار إليها مشروعة ومفهومة فإن رد الفعل يبقى عربياً . إننا لا نستطيع إلا أن نندي استغراباً من أن هؤلاء الناس لا يطرحون على أنفسهم السؤال عما يمكن أن تكون قيمة السر أو «الأعجوبة» التي لا تبقى أعجوبة إلا بمقدار ما يرفضون محاولة تفهم أو فهم تفسيرها الطبيعي . كما أن ما يثير عجباً أكر هو البدهة التي يبدأ معها كثير من الناس بالنظر الى الظاهرة الطبيعية التي يحج العلم في تفسيرها على أنها لم تعد تدعو الى الاندهاش أو التعجب .

أليس وحده هذا المزيج الغاثل من العلاقات المتبادلة والمتشاككة وهذا العدد اللا حصر له من الظواهر الطبيعية ، التي ما كنا ، لولا الجهود المضنية لعلمائنا على مدى مئات السنين ، قد عرفا عنها شيئاً حتى اليوم ، مصدراً دائماً للاندهاش والتعجب ؟ المقاييس الهائلة للكون وقوايين نشوء وتطور الحوم ، نية الدرة والعلاقة العاصمة بين المادة والطاقة ، العمليات الحارية في نواة الخلية حيث يحرق عطل بناء الكائن الحي ، العمليات الكهربائية التي تجري في أدمغتنا - كل هذه وغيرها من الأمثلة ، التي لا تنضب عن الظواهر الطبيعية التي تدعو الى التعجب ، أصبحت معروفة لدينا كنتيجة وبفضل البحوث العلمية .

سمن الحدة بتهافت هؤلاء الخصوم الايديولوجيون لعلوم الطبيعة على كل حجة تبدو على أنها تبرهن على أن ظاهرة ما غير قابلة للتفسير علمياً . إن عدم امكانية نشوء السى الحية محض الصدفة أصبح اليوم عد المستوى الحالي للعلوم حيوياً ومجيباً . حقيقة لا يمكن تفسير نشوء حشرة واحد من جزئيات البروتين ، بكل ما فيه من وظائف بيولوجية ومن تركيب شديد التخصص والعمير ، عن طريق التقاء الدرات المفردة الكثيرة التي تتألف منها صدفة ، وأن تلتقي فوق ذلك جميعها صدفة بالتسلسل الصحيح وباللحظة الصحيحة وفي الموقع الصحيح والمواضعات الكهربائية والميكانيكية الصحيحة

لكن ، كما سبق ورأينا ، ألعى العدد الكبير للصدف في آخر المطاف التأثير المتتابع لأعمى للصدفة عند نقطة معينة . على الرغم من عدم كمال ووقية المستوى الحالي لعلمنا العلمي حول سيرة التاريخ ، الذي أحاول سرده هنا ، كتشف عند هذه النقطة من تاريخ التطور تركيباً يعطيا بسرعه البرق فكرة عن الكيفية التي حلت بها الطبيعة ، التناقض الكبير القائم على التوفيق بين الصدفة والتطور : بالطريقة التي

وصفناها سابقاً نشأت على سطح الأرض قبل حوالي ٤ مليارات سنة حالة هيأت الظروف بطريقة منحازة لنشوء ، تحديداً ، أهم مركبي الحياة وحرضت بذلك تكاثرهما على سطح الأرض .

ماذا يتوجب علينا أن نستخلص من هذه النتيجة المفاجئة لتطور الأحداث لسابقة ؟ ما هو تفسيرها ؟ إنني أعتقد أنه يوجد مدتيًا ثلاثة امكانات مختلفة للتفسير لا تتعارض مع ما خرمناه علمياً حتى الآن عن هذا العالم . يبقى الباب مفتوحاً أمام كل شخص لأن يؤيد هذا التفسير أو ذاك حسب ما يراه معقولاً . سأعرض الامكانات الثلاثة تباعاً باختصار وسأحاول أن أكون موضوعياً قدر الامكان غير أنني أود أن أشير منذ الآن الى انني شخصياً أفصل أحدها وسأعلل ذلك بعد الانتهاء من العرض .

نكمس الامكانية الاولى في الاكتفاء باعتبار أن كل ما حصل حتى الآن قد حصل بمحض الصدفة . مهما كان مركب العلاقات ، الذي أدى الى نشوء البروتين والحموض النووية ، غير محتمل الحصول صدفة فإن الكون هائل الكبر لدرجة انه لا يمكن نفي هذه الامكانية بمرهان قاطع . إن عدد الكواكب في الفضاء الكوني كبير لدرجة أن هذه الصدفة يمكن أن تكون قد حصلت مرة واحدة في مكان ما من الكون خلال مليارات السنين من عمره . مهما كانت الاحتمالات الاحصائية ضد هذه الفرصة فإن حدثاً وحيداً لا يمكن نفيه مدتيًا عن طريق الاحصاء .

إذا كانت الأمور كذلك تصح النتائج واضحة . في هذه الحالة تكون الأرض ملتأكيد (ماحتال قريب من المؤكد) الحرم السماوي الوحيد المأهول ضمن كل مليارات المجرات ، بما في كل منها من مئات المليارات من الشموس ، الموجودة في الكون ، لأن نشوء البروتين والحموض النووية بصدفة سيكون ضعيف الاحتمال لدرجة يصعب معها تكراره مرة ثانية في كامل الكون مهما كان كبيراً . هذا الاستنتاج يتباه العلماء أحياناً . قد يدفعنا هذا التصور الى الشعور بالوحدة والعزلة في أعماق الكون الهائلة والى الإحساس بالشعيرية والخوف ، لكن هذا لن يكون اعتراضاً ذا قيمة لأن الطبيعة لا تسير وفق رغباتنا .

أما التفسير الثاني فيكم في أن تاريخ نشوء الأرض بجميع جزئياته قد سار بالتحديد في الطريق ، الذي أدى بالضرورة الى نشوء المركبات المعقدة اللارمة لتشكل العنصرية الحية ، بتأثير تدخل مباشر لقوة فوق طبيعية . يستطيع في مجال هذا التفسير ان ننطلق من أن التحضير المدهش للشرط السائدة على سطح الأرض . والذي جعلها تلي جميع احتياحات الحياة الناتجة لاحقاً ، قد حصل لأن خالقاً قديراً يقف خارج الطبيعة كان يريد مد البدء أن تنشأ الحياة على الأرض . ما من أحد ، وحتى ولا أي عالم ، يستطيع أن يمي أن للإله القدرة على توحيه التطور في المجرى الذي يناسب إرادته .

مهما كان هذان التفسيران مختلفين فإنها رغم ذلك ينطلقان من قاعدة مشتركة . كلاهما ينطلق من الافتراض أن المركبات ، التي هي مؤثر يوري ونتائجه نشوءها ضمن الشروط السائدة على الأرض الاولى ، هي قطع الساء الوحيدة التي تمكنت الحياة بمساعدتها لاحقاً من تثبيت أقدامها على الأرض . إن المشكلة ، أي كامل لا معقولة نقطة إعطاف تاريخ الأرض ، التي نتحدث عنها هنا ، قد حصلت لسبب واحد وحيد هو أننا قد افترضنا حتى الآن ان الحياة بدون المركبين الأساسيين ، البروتين والحموض



النوية ، غير ممكنة . لهذا السبب فقط يصبح بالسنة لنا مذهلاً أن التطور بكل ما فيه من امكانات واحتمالات قد سلك بالتحديد وبالضبط الطريق الذي أدى الى نشوء هذين المركبين وليس الى نشوء غيرها من الامكانات والاحتمالات اللاحقة من التركيبات الذرية الأخرى .

غير أن الحياة التي لا يتألف تركيبها من البروتين والتي لا تستخدم في تكاثرها روابط الحموض النووية ، التي تقل محطت بناء البنية الحية عبر الأجيال ، غير معروفة بالنسبة لنا ولا نستطيع تصورها . لكن ما هي أهمية هذا الاعتراض ؟ ألا يصلح مثلاً مدرسياً لتفسير الحالة بطريقة مغرورة وذاتية ؟ في اللحظة التي نجيب فيها على هذا السؤال الأخير بنعم يتضح لنا أنه يوجد تفسير ثالث .

قد لا تكون الحالة المتميزة من تاريخ الأرض ، التي نتجت عن مؤثر يوري ، غير محتملة و«هادفة» بالقدر الذي افترضناه حتى الآن ؟ في اللحظة التي نتحرر فيها من نظرتنا الأحادية البنية على مركزية الانسان تتلاشى جميع المشاكل والتناقضات . في اللحظة التي نتخلص فيها من موقفنا «الأرضي» ، الذي يعلمنا أن الحياة ليست ممكنة إلا عندما تتوفر البروتينات والحموض النووية كمواد أولية لا غنى عنها ، تفتح عقولنا فحةاً على تفسير بسيط جداً ترتب عليه نتائج بالغة الأهمية

لا يحتاج في هذا التفسير لا الى تدخل فوق طبيعي «موح» ولا الى افتراض الصدفة غير المرصية . إن كان بقصه برهان قاطع غير ممكن فإن احتماله يكاد يكون معدوماً . يقوم هذا التفسير على الافتراض بكل ساطعة ان كل شيء ، بما في ذلك هذه الحالة ، قد حصل بالطريق الطبيعي : عندما مكّن التطور على الأرض قبل 4 مليارات سنة من نشوء حالة هيات أفضل الشروط المناسبة لتشكيل البروتينات والحموض النووية ، شأ هذان المركبان في محرى التطور اللاحق بكميات كبيرة . وعندما تطورت الحياة على الأرض في وقت لاحق فقد اعتمدت على هذين المركبين لسبب وحيد هو أنها كانتا النوعين الوحيديين من الجزيئات المعقدة ، وبالتالي القادرة على التحول ، والمتوفرة بكميات كافية .

سواء على ذلك يزول كل ما يبدو متناقضاً أو غير قابل للتفسير فور ما وضعنا افتراضاً اضافياً واحداً بأن الحياة كانت ستتخذ أيضاً نفس الخطوات التطورية مع سلسلة كاملة من الجزيئات الأخرى (المعقدة بما فيه الكفاية والقادرة على التحول) . صحيح أن هذا الافتراض يخرج عما تعودت عليه تصوراتنا لكنه أكثر معقولة وأقل قسرية من الافتراضين اللذين اضطررنا الى وضعهما في التفسيرين الآخرين .

عندما نمر الى المشكلة من هذا الجانب نزول ضرورة البحث عن تفسير لما سار التطور على سطح الأرض الاولى في المسار الذي أدى بالضبط الى نشوء مركبي الحياة الأساسيين ، البروتين والحموض النووية ، اللذين «لا عى عنها» . لقد سبق وأوصحنا كيف أنتجت عملية التطور هذين المركبين ولم يكن في ما شرحناه شيء من الغموض أو التناقض . غير أن الحياة استخدمت في بنائها هذين المركبين لأن ما عدهما لم يكن متوفرأ .

تظهر النتيجة الهامة هذا التفسير المرضي والمفهوم عندما معكس الاستنتاج الذي توصلنا اليه . إنها تقول ، ان الأرض لم تكنس بالحياة لأنها الموقع الوحيد في الفضاء الكوني الذي توفرت فيه ، كنتيجة

لسلسلة من الصدوف غير المحتملة ، شروط فريدة شديدة الخصوصية مشكلة بذلك «وسطاً صالحاً للحياة» . بل إن الحياة وجدت على الأرض لأن لظاهرة «الحياة» قدرة شمولية على التحقق بحيث أن التطور البيولوجي استطاع أن يسير في مجراه ضمن الظروف المتطرفة والفريدة التي كانت سائدة على الأرض حيث كان يتوفر كقاعدة للانطلاق جزئيان مناسبان هما الروتين والحموص النووية .

قل أن أترك هذه النقطة نهائياً يتوجب عليّ أن أعلل لماذا يعتبر التفسير الثالث من وجهة نظر عالم الطبيعة أكثر معقولة وأكثر قبولاً من التفسير الثاني . كنتيجة لانهيار وأحادية مثلنا الترموية ، التي استمرت منذ قرون والتي سستها حلة من الصدوف التاريخية الروحية ، يتوحد مجتمعنا اليوم في حالة من الوعي تجعل من يتحرك في المنطقة الحدية العاصلة بين علم الطبيعة وفلسفة الطبيعة يخشى سوء الفهم ولذلك يحدد مكان قدميه بحذر بالغ .

لهذا السبب يتوجب أن نحدد هنا ما هو بديهي . إن التفسير الثالث لا يعتبر من وجهة نظر عالم الطبيعة مفصلاً على التفسير الثاني بأي حال لأنه يتيح له الغاء فكرة وجود إله خالق للكون . من الطبيعي أنه يوحد كثير من علماء الطبيعة الذين لا يعتقدون بوجود إله لكن سيكون من الصعب البرهنة على أن عددهم أكبر من عدد الملحدّين بين علماء اللغة القدامى أو غيرهم في العلوم الأخرى .

إن التفسير الثالث مقبول علمياً لسبب بسيط هو أنه لا يحوي في كامل سائه عوامل فوق طبيعية (ولذلك غير قابلة للدراسة) . إن علوم الطبيعة من أساسها ما هي إلا محاولة لمعرفة المدى الذي تستطيع أن تصل إليه في فهمها للعالم والطبيعة عندما لا تدخل في اعتبارنا سوى الأحداث والمؤثرات الملموسة والموضوعية والقابلة للقياس .

لكننا بذلك لا نكون - وحتى من وجهة نظر عالم الطبيعة - قد قلنا شيئاً عما إذا كان يوجد خلف هذه الأحداث والمؤثرات ، ربما في الواقع الكائن وراء الطبيعة ، إله يجعل الظواهر الطبيعية ممكنة ويضع القوانين التي يراها تسير بموجبها

هناك سبب ثالث لتأييد التفسير الثالث . عندما يعتقد المرء بوجود خالق قادر على كل شيء عليه أن لا ينطلق من أن هذا الخالق مضطر إلى «التلاعب» بين وقت وآخر . بتعبير آخر : يبدو لي أن الاعتقاد بخالق مطلق القدرة لا تتفق مع الاعتقاد بأن الخليفة ناقصة لدرجة أنها تحتاج باستمرار إلى تدخل خارجي كي تتمكن من متابعة مسيرها . ما من أحد يستطيع اليوم أن يشك في أن السحوم والأرض والدرات قد نشأت وفقاً لقوانين عاقلة من خلال عملية تطور طبيعية . ألا يتوجب أن يبدو من وجهة نظر المتدين كحلل في التصميم عندما لا تتمكن الخليفة في هذه المرحلة من تطورها من متابعة مسيرتها بدون دفعة جديدة «من الخارج» ؟

يميل دائماً إلى اعتبار الطبيعة اللاحية واللاعضوية أسط وأيسر على الفهم وأقل غموضاً من المحال العصوي الحي فيها . بالنسبة لنظرتنا السادحة يبدو العالم دائماً كمسرح تمثل عليه البشرية ، محاطة بكل ما على الأرض من الكائنات الحية الأخرى ، مسرحية تاريخها . من يستطيع في هذه الحالة أن يعترض على

كون المسرح أقل أهمية من الممثلين ؟ من يستطيع أن يشك في أن آلية الكواليس أسسط وأيسر على المهم من الحياة الروحية لأولئك الذين تشكل أفعالهم موضوع المشاهد المسرحية ؟ لكن الصورة حاطة . أنها تعبر عن حقيقة موقعا في الطبيعة بطريقة معكوسة . كلها غاص العلم الى مسافات أبعد في أعماق الطبيعة توضح أكثر كم هو رديء التشبيه مع المسرح والممثلين . كلها ازدادت معارفنا عن الطبيعة اكتسبا درسا جديدا أن ما نعتبره مسرحا سليا لا يقل في بنيته ووظائفه تعقيدا وتنظيما عنا أنفسنا .

إن خواص أصغر الأجزاء المادية والقوانين التي تطورت بواسطتها مشكلة كل ما في هذا الكون ، بما في ذلك أجسامنا البشرية ، هي على نفس الدرجة من الغموض والتعقيد كتركيب الخلية الحية . ليس هذا وحسب . علينا من منظار آخر أيضاً أن نتعود على منظور جديد ، على توزيع آخر للموازين . كما سبق وذكرنا في مطلع هذا الكتاب فإن أحد دوافع تأليهه هو الرأي بأن الفرائد المتعلقة بالأشكال الخصوصية لما هو حي حول كثير من الأمور التي كانت تبدو لنا على أنها تخصنا وحدها كبشر قد اتخذت أبكر بكثير مما كنا نظنه حتى الآن . لقد كان تقديرا لتأثير التطور ، الذي أنتج خلال مليارات السنين الحياة وأخيراً الوعي ، على ما أنتجه أدنى بكثير مما يستحق . يتوجب علينا الآن أن نتعلم بأن نرى أنفسنا كنتيجة لهذا التطور ، الذي تشكل قوانينه ومسيرته التاريخية القالب الذي طعنا وضع العالم الذي نعيش فيه حتى آخر الجزئيات .

لقد حصلنا لتونا على برهان لا متوقع ومقع لهذه المقولة . ان الحكم ، الذي كونه عن نتائج مؤثر يوري في الغلاف الجوي ، يتركز بالدرجة الأولى على الحقيقة بأن الغلاف الجوي البدئي كان قد قرر ، لثلاث ملايين السنين قبل نشوء الحياة الأولى ، ما هي المكونات الأساسية التي ستنشأ عنها الحياة اللاحقة . لقد اختارت الشروط الفيزيائية (التركيب الكيميائي الذي حصل عليه الغلاف الجوي كنتيجة لمنشأه المركاني والتأثير المتبادل بين عملية التمثكك الصواني وما نتج عنها من اوكسجين) المتحققة صدفة من بين كثير من الخزيثات الممكنة هذين الجزئين اللذين لا نعرف سواهما اليوم فقط لأن فرص نشوء جميع المركبات الأخرى هبطت فجأة الى الحضيض .

سيصادفنا قريباً مثال معبر آخر لهذه العلاقات ، عندما نفكر ، في نهاية هذا الفصل ، بالمهام الأخرى التي نعددها الغلاف الجوي . إنه لمدهل كم هو كبير عدد الوظائف التي حلها هذا الغلاف العازي الشفاف المحيط بكوكبا . إن ما قام به قياساً الى ساطعة تركيبه وخواصه الفيزيائية تجاور ما قام به أي جزء آخر من أجزاء عالمنا .

لولا الغلاف الجوي لما كانت الأرض صالحة للحياة بالسنة لنا ، ليس فقط لأنه يجعل عملية تبادل الاوكسجين وغاز الفحم ممكنة ، بيضا وبين جميع أفراد المملكة الحيوانية من حبة وبين الساتات من حبة اخرى . تمدنا هذه الدورة بالاكسجين كمصدر للطاقة التي نحتاجها نحن وجميع أشكال الحياة الحيوانية الموحودة اليوم على الأرض لاستمرار عملية التمثل العصوي . إن الأرض بدون غلاف حوي ستكون غير صالحة للحياة بالشكل الذي نعرفه لجملة من الأسباب الأخرى .

سبق وشرحا تفصيلا أهمية الغلاف الجوي كمصفاة للأشعة فوق البنفسجية . لقد يست البحوث المتعلقة بتركيب الأشعة الشمسية ، والتي أصبحت منذ بضع سنين ممكنة بواسطة مسابر محمولة إلى خارج الغلاف الجوي ، أن الطاقة التي تشعها الشمس في مجال الدذبات فوق البنفسجية تكفي لإفناء كل ما على الأرض من حياة . بدون المصفاة الحوية الاوكسجينية ستمكن الشمس من تعقيم سطح لأرض بنفس المعدالية التي تستطيع بها تعقيم غرفة العمليات بتسليط أشعة فوق بنفسجية قوية عليها .

توضح الصور التي أرسلتها لنا الأقمار الصناعية عن سطح المريخ الأهمية الفائقة لعلاف جوي كثيف بما فيه الكفاية للحماية من إصابات اليارك والشهب . يعتقد الفلكيون اليوم أن جميع كواكب مجموعتنا الشمسية ، التي لها حجم وكثافة أرضا والتي لا تملك غلافاً جويًا ، قد تعرضت بنسر الطريقة الى إصابات نيزكية . ينطبق هذا بالاضافة الى القمر والمريخ على عطارد وأفلوطن وعلى الأرجح على أغلب الأقمار التسعة والعشرين التابعة للكواكب الكبيرة ، المشتري ورحل واورانوس ونبتون . يشكل الغلاف الجوي الأرضي رغم طبيعته الهوائية ترساً واقياً أيضاً ضد الشظايا التركية حيث أن هذه الطلقات الكونية نظراً لسرعتها العالية تسخن بسبب احتكاكها مع الهواء الى درجة أنها تلتهب وتتحطم ، فيما عدا بعض الحالات الاستثنائية ، قبل وصولها الى الأرض .

علاوة على ذلك فإن الغلاف الجوي هو (بالاضافة الى البحار) محطة تكييف شديدة الفعالية . إنه يعمل كمستودع حراري هائل يخزن قسماً كبيراً من الحرارة التي تشعها الشمس نهراً لتكوف عوناً خلال الليل المظلم . لولا هذه العملية لكانت الفروق الحرارية على سطح الأرض بين الليل والنهار هائلة كتلك التي على القمر . لكن الغلاف الجوي يقوم أيضاً سقل الحرارة على الأرض من مكان الى آخر ، إذ تعمل التيارات الحرارية أو «الرياح» الجارية فيه باستمرار على تأمين توازن بين المناطق المختلفة ذات التفاوت الحراري الكبير . تقوم هذه التيارات الحرارية فوق ذلك بنقل كميات هائلة من المياه المتبخرة بتأثير الأشعة الشمسية من المحيطات والمناطق الرطبة الى مسافات بعيدة ثم تدعها تسقط هناك . لولا الغلاف الجوي لما وجد المطر ولما وحد الطقس على الاطلاق .

ولكن الرياح والأمطار هي بدورها أهم مسببات الحث والتعرية . من منظور الحياة ليومية لا نرى في العواصف المطرية سوى عملية تفسخ لا بد منها على الرغم من أنها لا تجلب سوى الضرر . غير أنه لولا العمل المتواصل منذ ملايين السنين الذي تنجره عوامل الحث والتعرية على سطح الأرض لما زال هذا السطح حتى اليوم كما كان في لحظة تروده قبل ٤ - ٥ مليار سنة عارياً تغطيه الصخور البركانية ، ما عدا طبقاته العليا التي كانت قد تحولت الى عيار ناعم ، كما هو الحال على سطح القمر ، متأثر رجحه المستمر بالقنابل الكونية الصغيرة (النيازك وغيرها) . أما التراب والرمل والطين وجميع أنواع التربة لأخرى ، التي جعلت الأرض خصبة وقادرة على حمل الحياة ، فهي من نتاج الريح والمطر اللذين هما بدورها نتيجة للغلاف الجوي وحواصه الديناميكية

عندما نعد إذن بهذه الطريقة كل ما يسهم الغلاف الجوي بتأميمه لنا من أمور أصبحت جزءاً من حياتنا اليومية المعتادة نحصل على قائمة معرة وطويلة . يود أن نختم هذه القائمة بمسألة من نوع مختلف

تماماً لها علاقة أكثر التصاقاً بحياتنا اليومية الاعتيادية . لكنا محتاج لهذا العرص الى التوسع قليلاً والالتفاف على الموضوع ، لأن ما اعتدنا عليه من خلال خبراتنا اليومية العادية لا تظهر لنا خصائصه المتميزة إلا عندما ننظر اليه من زاوية لم نعتد عليها . يتعلق الأمر هنا بمسألة استفاجيء أغلب القراء وهي أن الغلاف الجوي تركيبه المتميز يحدد أيضاً معايير احساساتنا الجمالية .

سشرح سبب ذلك بواسطة مثال حديث العهد قدمته لنا بحوث الفضاء الحديثة . أعني بذلك حقيقة أننا حتى اليوم لا نعرف لون سطح القمر

هذا هو الواقع على الرغم من أن الأقمار الصناعية غير المأهولة التي هبطت على سطح القمر وافتتحت بالصور الملونة عنه ورواد الفضاء الذين ساروا عليه رأوه بأعينهم . يتوجب علينا هنا أن نضيف تحفظاً بسيطاً على هذا الكلام وهو أن الرؤية بالعين بالمعنى الحرفي للكلمة لم تحصل على الإطلاق ، لأن الشمس تسطع على سطح قمراً العديم الجو بقوة تجعل العين لا تتحمل النظر اليه بدون حماية .

تتم حماية الرواد ضد هذه الأشعة الحادة بمصافي شمسية تتركب على حوذهم . يطبق نفس الشيء على الأفلام التي يُصور بها سطح القمر حيث يتوجب تخفيض حساسيتها بمقدار كبير . غير أن كلتا الطريقتين تؤثران بطريقة مختلفة تبعاً للأسلوب المتبع في الحماية وتبعاً لحساسية الفيلم على اللون المعكوس .

بما لا نستطيع إذن أن نرى أو نصور القمر إلا بطريقة غير مباشرة . يتج عن ذلك أننا لن نستطيع تحديد لونه بالضبط . إذا ما رأينا في إحدى المجلات صوراً ملونة لصخور القمر وحصل لدينا الانطباع على أنها بلون أخضر يميل الى الأزرق سنراها في محلة أخرى تميل الى الأصفر أو الأبيض الرصاصي . وإذا ما حاولنا ، لكي نزيل كل التباس ، قراءة محاضر أقوال رواد الفضاء الذين هبطوا على سطح القمر فلن نتقدم خطوة واحدة . سنسمع أحدهم يقول يميل الى الأخضر والأخر الى الأزرق والثالث الى الأصفر على أبيض . لا نستطيع أن نعرف كم من هذه الفروق ، في الاحساس باللون في وسط غير أرضي ، يعود الى المصافي الشمسية وكم منها يعود الى الشخص ذاته الذي يتوجب عليه تحديد الألوان تحت إضاءة غريبة عليه وبدون امكان المقارنة مع ألوان المحيط المعتادة

غير أننا حتى هذه النقطة لم نضع أصبعنا على المشكلة الحقيقية ، إذ لم نزل متأكدين ، رغم بعض الاشكالات الصغيرة الموجودة ، من أنه لا بد أن يكون لسطح القمر موضوعياً مظهر «فعلي» ولون «حقيقي» موضوعي . للأسباب التي شرحناها لم يزل يوجد بالنسبة لنا بعض الاختلافات . لكننا لم نزل نعتقد ان إزالتها يجب أن تكون ممكنة مدنياً أي يجب أن يكون تحديد لون «صحيح» لحرارة القمر ممكناً موضوعياً .

لكن كيف نستطيع تحديد أو تعريف هذا اللون «الصحيح» ؟ أي فيلم هو الصحيح وأية مصفاة هي التي تسمح للألوان بالوصول الى العين بدون تشويه ؟ عندما ن فكر كحل لكل هذه المصاعب أن ننظر الى حجر من الحجارة القمرية التي جلبتها المركبات الفضائية يدرك فوراً أن المشكلة أعمق مما كنا نتصور .

من يفكر ملياً بهذه الامكانية يكتشف أيضاً أنها لا تقدم شيئاً . صحيح أننا نستطيع الآن أن نرى الحجر القمري مباشرة بدون أي حجاب واق أمام العين لكننا هنا على الأرض نراه في ضوء الشمس المصفى بواسطة الغلاف الجوي أي أننا نراه ضمن شروط تختلف تماماً عن المحيط الطبيعي للحجر على سطح القمر ، إذ أن الغلاف الجوي الأرضي يجذب موجات الضوء المختلفة الأطوال بنسب مختلفة. وهذا يعني أنه يجذب موجات كان الحجر سيعكسها لو كان تحت الشروط القمرية حيث لا يوجد غلاف جوي وكانت بالتالي ستشكل حراً من مظهره في وسطه الطبيعي .

أود الآن أن اختصر الموضوع : إذا ما فكرنا بالمشكلة الى مداها الأقصى ندرك أمراً لم نكن نتوقعه على الإطلاق وهو أننا لن نعرف أبداً ما هو اللون «الفعلي» لحجر قمري . يكمن آخر سبب لهذا اللامكان في أن أعيناً قد تعبّرت وتكيفت ، خلال مئات ملايين السنين من نشوئها ، بصورة مثلى وبالتالي ضيقة مع الشروط البصرية السائدة على سطح الأرض شكلها لا تعطي «صورةً صالحة» إلا ضمن الشروط الأرضية .

ستطيع أن بوصح ما يعني هذا بتجربة صغيرة نجريها بأنفسنا . إن سلّم الألوان ، الذي ما هو في الأصل سوى موجات كهرومغناطيسية مختلفة للضوء المرئي تقوم أعيناً وأدمغتنا بترجمتها ، لا يتطابق بدقة تامة لدى أي إنسان في كلتا العينين . لا نحتاج إلا أن ننظر الى ورقة بيضاء تحت ضوء كاف بالتناوب مرة بإحدى العينين ثم بالأخرى لتأكد من ذلك . إذا ما دققنا النظر سجد أن ذات الورقة تظهر في إحدى العينين بلون (ربما آثار حمراء خفيفة) يختلف عما تظهر عليه في العين الأخرى (ربما مع آثار رقيقة خفيفة) . عندئذ سنقف مختارين أي العينين تعطي اللون «الفعلي» بصورة «صحيحة» .

أن لا يكون هذا السؤال جواب ، يعود الى أن الألوان وعلى الأخص مفهوم اللون «الأبيض» لا وجود لها إلا في أذهاننا . أن يوُلّد لدينا مزيج جميع ألوان قوس قزح مجتمعة الانطباع «أبيض» أي أن يجعلنا نحس بالـ «لا لون» يعود الى أن أعيننا قد «قررت» في مسيرة نشوئها أن ترى الإضاءة الوسطية التي يولدها ضوء الشمس على الأرض ضمن شروط الغلاف الجوي على أنها «حيادية اللون» . يتعلق بمحمل الأمر هنا بما يشبه عملية تحديد نقطة الصفر وهذه طريقة ذات فائدة عملية فائقة من الناحية البيولوجية . إنها تعني أن فقط ما ينحرف عن هذه الإضاءة الوسطية يعتبر «لوناً» وبالتالي معلومة إضافية عن المحيط . لكن الفائدة العملية لا تتوفر إلا طالما لم تتغير شروط الوسط المحيط . عندما نكون على سطح القمر وتعرض لنسوء نفس الشمس ، بدون أن نخضع لعملية التصفية التي يجريها الغلاف الجوي ذي التركيب المحدد تاريخياً ، تفقد نقطة الصفر لنظام ادراك البصري صلاحها

تشير جميع هذه التأملات الى أن احساسنا باللون مع جميع الانفعالات الشعورية والجمالية المرتبطة به يعكس بصورة غير مباشرة خصوصيات تركيب الغلاف الجوي لأرضنا . بصورة أدق يجب القول أن امكاناتنا البصرية قد صاغتها الشروط السائدة على سطح الأرض سواء على التركيب الطبيعي المتميز لنسوء الشمس وعلى تأثير الغلاف الجوي

إذا ما عدنا الآن عند هذه النقطة الى الأفكار التي ناقشناها حول مظهر الحجر القمري نستطيع أن

تقدم خطوة نحو الأمام ليس حجر القمر هو الشيء الوحيد الذي لن نستطيع أبداً معرفة لونه «الحقيقي» . إن ما تعلمناه من هذا المثال لا ينطبق على الأشياء غير الأرضية وحسب . إننا في الحقيقة لا نعرف حتى كيف هو «في الواقع» مظهرها ذاتاً . الشيء الوحيد الذي نعرفه والذي يمكن أن نعرفه على الإطلاق هو مظهرنا تحت ضوء نجم ثابت حقله الطيفي من الطراز  $G_2V$  تقع إضاءته القصرى في المجال الأصفر من الحقل الطيفي ويمدنا بالضوء من على بعد ١٥٠ مليون كيلو متر عبر مصفاة الغلاف الجوي . نود في الختام أن نذكر ملاحظة أخيرة حول العلاقة بين الضوء «المرئي» والغلاف الجوي للأرض . يبقى القسم الأكبر من الأمواج الضوئية التي تشعها الشمس معلقاً في الغلاف الجوي لكوكبنا ، حيث أسأ لهذا السبب لم نتعرف بدقة على الأشعة الشمسية القصيرة الموجة ، أي على ما تشعه الشمس في مجال أشعة غاما وأشعة رونتجن ، إلا بعد أن وفرت لنا صناعة الصواريخ امكانية اجراء البحوث فوق الغلاف الجوي .

غير أن الغلاف الجوي يججب أيضاً القسم الأكبر من الأشعة الشمسية الواقعة في نسم الموجات الطويلة من الحقل الطيفي . إننا نعرف من تجاربنا اليومية أن أكثر المصافي فعالية ضد الأشعة الحرارية ، التي تجاور الضوء المرئي في الحقل الطيفي ، هي تلك التي يشكلها بخار الماء في الجو : تججب الغيوم الحرارة القادمة من الشمس بدرجة أقوى مما تججب «الإضاءة» القادمة من هناك . غير أنه يوجد هنا في مجال الموجات الطويلة حالة شاذة ، يوجد نافذة في الغلاف الجوي تبقى مفتوحة للأشعة لواقعة خارج المجال المرئي . تتعلق هذه الحالة الشاذة بموجات الراديو تحت القصيرة (إف إم) . تخترق هذه الموجات الغلاف الجوي مما فيه من بخار الماء بدون أية إعاقات . هذا هو السبب الذي يجعل إجراء بحوث فلكية راديوية بهذا المجال من الموجات ممكناً وبدون أي تشويش مهما كانت السماء متلبدة بالغيوم فيما عدا هذا الشذوذ الوحيد فإن الشريط الضيق للضوء «المرئي» هو الجزء الوحيد من الحقل الطيفي الشمسي الذي يستطيع احتراق الجو والوصول الى الأرض . هذه الجملة صحيحة بما لا يقبل الجدل . إلا أنها رغم ذلك تقلب مهذه الصياغة الوضع الفعلي رأساً على عقب . في الحقيقة بتوجب علينا بداهة أن نصيغها بالطريقة المعكوسة تماماً : إن الأمر هو ليس أن هذا المقطع المرئي من الحقل الطيفي الشمسي «بالتحديد» يستطيع اختراق الغلاف الجوي . من الطبيعي أن يكون الأمر بالعكس تماماً وهو أن هذا المقطع الضيق نسبياً من مجال التذبذبات العريض للأشعة الشمسية الذي تمكّن صدقة من اختراق الغلاف الجوي الأرضي هو الذي صار بالسبب لنا ، لهذا السبب بالذات ، المجال المرئي من الحقل الطيفي أي صار «صوفاً» .

تضع هذه الحالة أمام أعيننا مثلاً على أن «للصدف» الكثيرة التي تصادفنا في التاريخ لسابق لنشوء الحياة على الأرض تفسير واحد صحيح لا يقبل المناقشة . في هذه الحالة لن يقع أي منا في خطأ التعجب من هذه الصدفة المذهلة وهي أن الغلاف الجوي قد حصل بالضبط على التركيب الذي لا يسمح تقريباً بالنفاذ إلا لضوء الشمس المرئي بالنسبة لنا . ما من أحد يشعر بها بحاجة الى تفسير هذه الصدفة اللاعتملة بتأثير قوة فوق طبيعية أو بوضع فرضيات إضافية .

هنا أيضاً يصح القول أد علينا أن نبحت عن الأعجوبة حيث هي فعلاً . هنا أيضاً تكمن الأعجوبة في أن الحياة تمكنت من أن تنشأ في الشروط الخاصة التي سادت على الأرض مئات ملايين السنين قبل ظهور بدرتها الأولى

فقط شريط ضيق جداً من كامل محال الحقل الطيفي الشمسي يستطيع اختراق الغلاف الجوي . لهذا السبب استخدمت الحياة - بعد ملايين لا حصر لها من السنين - هذا الجزء من الأشعة الشمسية لتقدم لمخلوقاتنا معلومات بصرية عن المحيط الذي تعيش فيه تساعدنا على التعامل مع هذا المحيط . هكذا نشأت «الرؤية»

أخيراً نستطيع لاحقاً أن نجبر لأنفسنا النظر الى هذا المثال كتأكيد إضافي الى أن التفسير الذي تبينناه في حال تأثيرات مؤثر يوري هو فعلاً الأكثر معقولية . إن من يتعجب من أن هذا المؤثر قد اسحاز «بالتحديد» لصالح شواء الروتينات والحموض النووية هو أيضاً لا يرى الأمور إلا من منظور معكوس .





## القسم الثاني

### نشوء الحياة

#### ٤. هل هبطت الحياة من السماء ؟

إنها فكرة حذيرة بالمناقشة ان تكون جميع الحياة الأرضية ذات منشأ سايوي . لا نعني في هذه الحالة المعنى الميتافيزيقي لنشوء الحياة على الأرض وإنما المعنى الحرفي تماماً . إن امكانية أن تكون الحياة على الأرض ذات مصدر غير أرضي يناقشها بحدية كاملة مد عدة سوات علماء النارا ، وكالة الفضاء الامريكية

بتوح عند هذه النقطة ان يحترس من التباس آخر . بقدر ما إن ما يقصده ها لا يتعلق بتفسير ميتافيزيقي فهو أيضاً لا يتعلق بالقصص الخيالية لبعض الروائيين الادكياء امثال شارو وديبكي . مهما بدت «الظيرية» عن تلقيح قديم بين اسلافنا الأوائل ورواد فضاء قدموا من العالم الخارجي حذاة ومثيرة فهي لا تتعدى كونها قصة ممثلة لا تؤخذ على محمل الحد . بغض الطر عن التناقضات السيولوجية فإن مثل هذه التخمينات لا تستطيع ان تساهم بأي مقدار في تفسير مسألة نشوء الحياة على الأرض لأنها تنطلق من وجود مسبق لكائن بشري بدئي بدائي .

حصلت الفكرة القائلة بأن الحياة قد تكون جاءت من السماء أو تنعير ادق . من أعياق الفضاء الكوي على اهتمامات حديدية نتجة للبحوث التي احراها علماء الأحياء الدقيقة الامريكيون في السنين الأخيرة . أحررت البحوث تكليف من نازا التي تعهدت بأن لا تؤدي هذه الدراسات الفضائية إلى انتقال الكتيريات أو أية أحياء دقيقة أخرى من كوكب إلى آخر .

للخطر الذي يمكن أن يحصل بسبب انتقال «بدور حية» من كوكب إلى كوكب احر وجهان . يكمن الوجه الأول في ان المركبات او المسابر الفضائية التي تهبط خلال رحلتها الفضائية على أحد الكواكب ، على المريخ مثلاً ، يمكن ان تجلب معها من هناك عندما تعود كائنات حية مجهرية في حال وجود اشكال حياتية مستقلة على هذا الكوكب العريب

ان الاحتمال بأن تسبب هذه الكائنات المجهرية أوثرة على الأرض ضعيف جد . تستطيع بخصوص امكانية حصول عدوى لدى اشكال الحياة الأرضية من هذه «الجراثيم» غير الأرضية ان نقدم اعتراضاً مشابهاً لذلك الذي قدمناه ضد فرصة دينيكن حول التلقيح بين أعراق (أحناس) زيكبية مختلفة والتي تعتبر غير ممكنة على الإطلاق . لمجرد كون هذه الكائنات القادمة من خارج الأرض من نوع غير أرضي فأنها على الأرجح لا يمكن ان تهدد الحياة الأرضية . سوف لن تستطيع على أغلب اطر ، سواء أكانت حيوانية أو نباتية ، ان تثبت اقدامها وتتكاثر في العضوية الأرضية الغريبة عنها . غير ان هذا يعتبر شرطاً لا بد منه لانتشار الوباء الساري .

على كل حال ان ما يعتبر مستحيلاً لدى اشكال الحياة العليا - التلقيح بين انواع مختلفة. يعتبر أيضاً غير محتمل نتائجاً في حالة الأحياء الدقيقة ؛ هذا ما اخترناه من أنواع الفيروسات الأرضية ذات لقدرة المرنّة والهائلة على التكيف . ولكن مهما كانت المخاطرة ضئيلة فلا بد من النظر إليها من قبل المسؤولين بجدية تامة لأن نتائج عدوى أرضية بأحياء غير أرضية ستكون على الأرجح مخيفة .

يعود السبب في أنه لم يزل يوجد على الأرض حتى اليوم بشر وحيوانات ونباتات ، على رغم من أن الوسط الذي تعيش فيه مليء بمسببات الأمراض المجهرية ، إلى أن جميع الكائنات الحية العا قد طورت لنفسها منذ زمن طويل أنظمة دفاعية (القدرة على اكتساب المناعة) تستطيع بها حماية نفسها ضد جميع الاحطار المحتملة . أما اذا استطاع الفيروس غير الأرضي ان يثبت اقدامه هنا فإن اشكال اياة الأرضية ستشكل أرضاً خصبة له وستكون قد قدمت له لقمة سائغة بدون أي دفاع . في هذه الحالة ستكون الأوثرة الكبرى في العصور الوسطى من طاعون وكوليرا مزحة خفيفة بالنسبة لما يمكن ان يصل .

هذه الامكانية ، على الرغم من أن احتياها معدوم تقريباً ، هي التي تجعل ، كما هو سلوم ، علماء النازا يعرفون حتى رواد الفضاء العائدين من القمر في محاجر صحية صارمة لعدة أسابيع على رغم من انه يعتبر بحكم المستحيل سلفاً ان يوجد ميكروبات على القمر . عند اجراء الرحلات الفضائية لمخططة إلى المريخ ستتخذ بالتأكيد اجراءات أشد حدة وصرامة .

أما الوجه الثاني للانتقال الجرثومي بين الكواكب والذي يشكل خطراً أكبر هو تلوث مناطق الحياة غير الأرضية بأحياء دقيقة أرضية . يعتبر الخطر أكبر لسبب بسيط هو أنه مؤكد في هذه الحالة أن الجراثيم التي يمكن ان تنقل إلى هناك موجودة فعلاً . بناء على هذه الامكانية يكمن المجهول الوحيد في اننا لا نستطيع ان نعرف مسبقاً ما إذا كانت المواقع التي تهبط عليها اقمارنا الصناعية تحتوي على كائنات حية أم لا . في حال وجود حياة هناك ستصبح عرضة لخطر الغزو من قبل الجراثيم التي تحملها اقمارنا الصناعية المنطلقة من الأرض .

هذه المخاطرة جسيمة أيضاً وعبئها غير محتمل . من يقول أن هذا الخطر لا يمسنا وبالتالي لا يهنا يغيب عن ذهنه ان مراكز البحوث الفضائية تصرف أموالاً طائلة بحثاً عن اشكال أخرى للحياة ولن يكون في مصلحتها القضاء على هذه الحياة ، إن وجدت ، منذ أول لقاء .

غير أنه حتى عندما تتعلق البحوث بكواكب لا حياة عليها بالتأكد يبقى تعقيم الأجهر التي نطلقها

إليها ضرورياً . أود أن أذكر هنا مثال الزهرة وبالأساس التي تؤيد أن هذه الكوكب المجاور يمكن أن يكون الآن في مرحلة جنينية من مراحل التطور . لذلك فإن إجراء بحوث عن هذا الوسط الكوكبي وقيل الحياتي ستكون ذات أهمية فائقة للعلوم ، لأنها ستمكننا من التعرف على الشروط التي يمكن أن تؤدي إلى نشوء الحياة وتساعدنا على متابعة تطورها .

سحصل عندئذ على فرصة فريدة تمكننا بالملاحظة المباشرة من تحديد النقاط التي احترف عندها التطور هناك عن الاتجاه الذي سلكه هنا على سطح الأرض . نستطيع أن نعرف لأول مرة الخطوات الحتمية التي لا بد منها للتطور والخطوات الأخرى الكيفية ، أي التي حصلت بالصدفة أو لأسباب تاريخية خاصة . هذه مسائل ذات أهمية مذهلة . عندما نجد جواباً له نحصل لأول مرة على نقطة انطلاق نستطيع منها أن نحدد إلى أي مدى نستطيع الحياة خلال تطورها أن تنحرف عن الأشكال الحياتية التي نشأت هنا على الأرض والتي هي الوحيدة التي نعرفها حتى الآن .

كل هذه الآمال المثيرة ستبهر دفعة واحدة فيما لو تمكنت بذرة حياتية واحدة ذات منشأ أرضي من الوصول إلى الزهرة . لأنه إذا كان يوجد هناك فعلاً «وسط قبل - حياتي» ، أي إذا كانت قد نشأت هناك جزئيات عضوية كبيرة ، لكن لم تنشأ بعد كائنات حية «زهروية» قادرة على التكاثر . عندئذ سيكون وصول كائن حي دقيق أرضي إلى الزهرة بمثابة الررع في وسط خصب . ستجد البذرة الأرضية هناك شروطاً مثلى للتغذية والتكاثر مسخرة لها وحدها دون أي منافس

سيصبح عندئذ مؤكداً أن الحياة ستتطور على سطح الزهرة وستشكل خلال مليارات السنين اشكالاً حياتية أعلى . لكن نقطة الانطلاق ستكون في هذه الحالة بالتأكيد تلك البذرة الأرضية المقولة إلى هناك لكل ما للكائن الحي الأرضي من خصائص بيولوجية متميزة . ستكون جميع أشكال الحياة الزهروية المستقبلية ليست سوى كائنات أرضية تكيفت في أشكال خاصة أرغمها عليها الوسط السائد على سطح الزهرة . سيكون هذا الوضع أيضاً نال الأهمية . لكنه سيحعل الاجابة على الأسئلة الأساسية الأكثر أهمية غير ممكنة حتى إشعار آخر ، إلى أن يأتي اليوم الذي قد تتمكن فيه الشربة من مغادرة هذه المجموعة الشمسية لتبحث عن الجواب على كوكب آخر تابع لشمس عريية .

إننا نأمل أن يوجد بشر يجبلون دون تلوث سطح الزهرة ببذرة أرضية ليس للأسباب المذكورة وحسب . علينا أن نرى أيضاً في مثل هذا التلوث مشكلة أخلاقية تكمن في أننا بهذه التجارب الفضائية قد قطع الطريق على التطور المستقبلي لكائنات حية غير أرضية في هذه المرحلة المبكرة . عندما نتذكر أن مركبتين فضائيتين أرضيتين على الأقل قد هبطتا على سطح الزهرة يسيطر علينا بعض القلق تجاه هذه المسألة . حسب كل ما لدينا من معارف يبقى السؤال عما إذا كانت المركبة الفضائية تستطيع مغادرة الأرض نظيفة ، أي حالية من الميكروبات الحية ، قضية مشكوكاً فيها .

لقد قام الأمريكيون والسوفييتيون للأسباب المذكورة هنا بتعقيم مركباتهم الفضائية قبل الانطلاق بكل العناية الممكنة ، لا بل أن الأمريكيين قد سدّدوا هذا التعقيم في الأعوام الأولى من بحوثهم الفضائية لدرجة أنهم يرجعون فشل بعض محاولات الانطلاق إلى هذا السبب . على كل حال تسرّت إشاعات تقول

ان الأمريكين فشلوا في بعض محاولات الاطلاق المبكرة لأن التجهيزات الكهربائية تضررت من الحرارة العالية المستخدمة للتعقيم قبيل الاطلاق . أما الآن فقد تم تجاوز هذه الأمراض الطفولية . نستطيع ان نكون متأكدين ان الاقمار الصناعية الأمريكية والروسية تكون «نظيفة» عند انطلاقها من كاب كيدي ومن بايكوبور . أما ان تبقى كذلك حتى وصولها إلى أهدافها فهذه مسألة أخرى

لكي تصل إلى هناك عليها أولاً ان تعبر الغلاف الجوي الأرضي ، وهذا ، فيما يتعلق بالنظافة من الملوثات ، ليس على أفضل ما يرام . لقد سبق ودكرنا التجارب الباليوية والصاروخية التي تجريها نازا لدراسة الشروط السائدة هنا بمساعدة كائنات حية دقيقة تم تصميم «أنحاج باكتيرية» أخرى بواسطة تنشيط الطبقات العليا من الغلاف الجوي الأرضي تمسيطاً منهجياً شاملاً . كانت نتيجة رحلة الصيد هذه حتى بالنسبة للمختصين مفاجئة حيث تم العثور في جميع المجالات الجوية على مختلف الكائنات الحية وبكميات لم يكن يتصورها أي باحث مختص . على ارتفاع ١٥ كيلو متر يوجد في كل ١٠٠٠ متر مكعب من الهواء وسطياً ١٠٠ كائن حي دقيق من مختلف الأنواع . على ارتفاع ٢٥ كم من سطح الأرض لم يزل يوجد ١٥ صحيح أن عددها الوسطي تناقص مع تزايد الارتفاع لكن التجارب برهنت على ان الغلاف الجوي لكوكبا ليس نظيفاً حتى ولا على ارتفاع ٥٠ كم .

ما من أحد يعرف اليوم حجم الخطر في ان تكون إحدى المركبات الفضائية المغادرة الأرض قد «لمست» بعضاً من هذه الأحياء خلال عبورها للغلاف الجوي . لكن حتى لو حصل ذلك فإن هذا لا يعني ان الكبسولة ذاتها ، التي تهبط في نهاية المطاف على سطح الكوكب الآخر ، قد تلوث ، لأن هذه الكبسولة تكون في مرحلة الاطلاق محاطة بغلاف واق يتفصل عنها في المرحلة الصاروخية الأخيرة خارج الغلاف الهوائي الأرضي . مظهراً لهذه العوامل المجهولة الكثيرة لا يستطيع أحد اليوم ان يكون متأكداً مما اذا كنا بالتقنية المصنائية الحالية في صدد تلويث المنظومة الشمسية بالبكتيريا الأرضية .

قد لا تكون هذه المسألة على الأهمية التي نسبناها إليها حتى الآن . قد يتحسب علماء النازا لمشكلة غير موجودة على الاطلاق . ان نتائج التجارب الباليوية والصاروخية المذكورة اعلاه تتيح مجالاً الى الظن بأن البكتيريا الأرضية لا تعتمد على صواريخنا وأجهزتنا لكي تتمكن من الوصول إلى المريخ أو ربما إلى كوكب أبعاد . لأن هذه النتائج تدفعنا إلى التساؤل عن الطريقة التي تمكنت بواسطة هذه البكتيريا من الوصول إلى الطبقات الجوية العليا حتى ارتفاع ٥٠ كم أو أكثر

في البداية فكر العلماء بالانفجارات البركانية وبالتجارب الذرية . فقد تكون قوة «نفجها» الهائلة هي التي أوصلت هذه الكائنات إلى تلك الارتفاعات . لكن التجارب المتكررة فوق مختلف اصقاع الأرض أعطت نفس النتائج مما جعل هذا التفسير يفقد تماسكه ، لأن الانفجارات البركانية أو الذرية كانت يجب أن تجمع الميكروبات في مناطق معينة من الجو . لكن هذه الحالة غير موجودة إذ أن توزيع الجراثيم متساو في جميع أنحاء الغلاف الجوي حتى طبقاته العليا . كلما توسع العلماء في تجاربهم ازداد لديهم الاقتناع بأن الجراثيم المذكورة تشكل كما يبدو جزءاً من هذه الطبقات الجوية العليا . من الواضح أن الدورات الهوائية والتيارات الجوية العادية تكفي لحمل هذه الكائنات المجهرية

الخفيفه إلى تلك الارتفاعات العالية . من الواضح أيضاً ان هذه الكائنات حبيبة لدرجة انها تستطيع ، عندما تصل إلى هناك ، ان تبقى سابعة في الفضاء لزمان طويل . وقد تكون رحلتها إلى هناك لم تنته بعد إذ من الثالث أن جزءاً ضئيلاً جداً من الغلاف الجوي الأرضي عند أقصى طبقة له يتسرب باستمرار عبر الفضاء . هنا نصيغ باستمرار آثار صغيرة من الغلاف الجوي في الفراغ . لقد ذكرنا عند حديثنا عن التملك الضوئي ان عملية الصباغ هذه تنطلق أيضاً على الاوكسجين مما يؤدي إلى تشكل أوكسجين حر حديد في الطبقات الدنيا من الغلاف الجوي .

هكذا يبدو لنا لا ماص من الاستنتاج أن جزءاً صغيراً جداً من الجراثيم يندفع مع هذا التسرب الجوي عبر الفضاء الخارجي أيضاً . ماذا يحصل لها هناك ؟ لقد حاول في السنين الأخيرة فريق بحوث ألماني الإجابة على هذا السؤال . قام هذا الفريق ، الذي يعمل في معهد خاص «لليولوجيا الفضائية» في بلدة غرافشافت قرب كولون ، في عام ١٩٦٨ بإطلاق مراصد علمية من شمال افريقيا لهذا العرص . استخدم العلماء بعض الصواريخ الفرنسية من طراز «فيرونك» بعد أن ركبوها على رؤوسها محابر بيولوجية صغيرة وصعدوا في هذه المخابر بكتيريات وفطريات وخلايا نباتية بدائية من مختلف الأنواع وأطلقوها إلى ارتفاع ٣٥٠ كم . هناك ، بعيداً خارج آخر أطراف الغلاف الجوي ، عرضوا هذه الكائنات الحية بدون أية حماية إلى البرد والفراغ والاشعة الكونية والضوء الشمسي اللامصفي . كان هدف هذه التحارب المتكررة معرفة ما اذا كانت هذه الاحياء المجهرية تتحمل أيضاً هذه الظروف القاسية الموجودة خارج الأرض .

أثبتت هذه التحارب ان هذه الجراثيم أصلب مما يعتقد البعض . لم يبرأ أغلبها أي اهتمام للبرد القارس في الفضاء إذ تنخفض درجة الحرارة إلى أكثر من ناقص ١٥٠ درجة . لكن هذا لم يكن مفاجأة حيث ان التحارب المخبرية ، التي كانت قد أجريت قبل ذلك على الأرض ، أثبتت ان بعض هذه الاحياء المجهرية يتحمل درجة برودة تقترب من الصفر المطلق (ناقص ٢٧٣ درجة) . تتحول هذه الكائنات ضمن مثل هذه الشروط إلى حالة من الموت الظاهري ، حيث يبدو وكأن تمثلها العضوي قد توقف . لكنها اذا ما وُضعت بعد أيام أو أسابيع أو شهور في شروط مناسبة تبدأ مجدداً بالنمو والتكاثر

علاوة على ذلك فقد تحملت هذه الكائنات المراع الفضائي بدون أية أصرار وتحملت جزئياً حتى الاشعة فوق البنفسجية الواصلة اليها من الشمس مباشرة بدون أية تصمية . غير أنه كان واضحاً أن الأشعة فوق البنفسجية ذات الموجات الشديدة القصر شكلت أخطر التهديدات . لكن بعضاً من هذه الجراثيم عرف كيف يقي نفسه حتى من هذا الخطر عن طريق نوع من «رد الفعل الموتي» ، ولم يتمكن العلماء بعد من كشف الخدعة المتبعة في هذه الحالة . بقيت تلك الجراثيم التي «ماتت» ظاهرياً بتأثير الأشعة فوق البنفسجية على هذه الحالة حتى بعد إعادتها إلى الأرض ، لكنها بعد ما أجريت لها معالجة معينة تسليط أشعة عليها طول موجتها ٣٨٠٠ امستروم عادت إلى الحياة ثانية وبدأت تتصرف وكأن شيئاً لم يكن

تشير هذه التجارب بصورة عامة إلى أن الطبقات الجوية العليا تحتوي على أحياء غهرية يستطيع عدد كبير منها أن يعيش في الفضاء العاري بدون أية حماية . وما أنه من المحتمل أن أنصى الأطراف الخارجية للغلاف الجوي تدفع عدداً منها بصورة مستمرة في الفضاء الخالي فإن رحلتها اللاحقة تصبح مسألة حسابية صرفة . يمكن ان تكون البكتيريات والأحياء الدقيقة الأخرى صغيرة وخفيفة بشكل أنها عندما تصبح خارج الغلاف الجوي تستطيع ان تتابع تقدمها بتأثير ضغط ضوء الشمس .

إذا ما نظرنا إلى مجموعتنا الشمسية بعيني عالم أحياء دقيقة تظهر لنا الأرض كبؤرة مملوءة تنشر العدوى باستمرار . لكن هذا الانتشار الجرثومي يتابع مسيرته ، كما ذكرنا ، بتأثير ضوء الشمس ، لذلك لا يتوزع بصورة متساوية في جميع الاتجاهات وإنما يتحرك دائماً في الاتجاه المعاكس للشمس . لهذا السبب يبقى كوكب الزهرة وكذلك عطارد ، لأسها كوكبان «داحليان» بالنسبة للأرض ، في مأمن من هذه العدوى الكونية ، وهذا سبب إصافي يدعونا إلى الاصرار على حماية سطح الزهرة من العدوى المحتملة بواسطة رحلاتنا الفضائية .

أما المريخ وجميع الكواكب الأخرى فيمكن أن يصلها هذا التيار الجرثومي المنطلق من الأرض . لقد توصلت الحسابات التي أجراها علماء النازا حول الرمس اللازم نظرياً لهذه الرحلات الكونية إلى نتائج مذهلة ، اد نبين ان سرعة انتقال هذه الجراثيم أكبر بكثير من سرعة الصواريخ التي صممها البشر حتى الآن . بينما تحتاج مركبة فضائية حديثة من طراز ماريير لقطع المسافة القريبة سبياً بين الأرض والمريخ إلى حوالي ثمانية اشهر ، يمكن ان تقطعها هذه الجراثيم خلال أسابيع قليلة . لذلك نستطيع ان نتوقع أن تكون مجموعتنا الشمسية بكاملها ، باستثناء الزهرة وعطارد ، قد استعمرت من قبل الكائنات المحهرية الأرضية منذ زمن طويل في جميع تلك المواقع التي تكون الحياة ممكنة فيها .

لقد قام الدكتور كارل ساغان ، أحد علماء النازا ، بحساب امكانية أخرى لانتقال الجراثيم تعتبر ذات أهمية خاصة بالنسبة للموضوع الذي يعالجه . اذا كانت هذه الكائنات الدقيقة بحجم حبة من ألف من المليمتر أو أقل ، فإن ضغط ضوء الشمس يكفي لفلها حتى إلى كواكب غريبة خارج مجموعتنا الشمسية . عندئذ سيرتفع الزمن اللازم للرحلة بصورة كبيرة ، بما يتناسب مع فرق المسافة بين الكواكب والمسافة بين النجوم . لن تستغرق الرحلة الآن أسابيع أو شهوراً وإنما عشرات آلاف السنين وما من أحد يستطيع ان يقول اليوم عما إذا كانت هذه الجراثيم تحمل هذا أيضاً . لكن مهما بدا هذا غير محتمل فإن العلماء لا يعتبرونه مستحيلاً .

تعتبر هذه الامكانية بالنسبة لنا هنا ذات أهمية خاصة ، لأن هذه الرحلة الجرثومية الكونية ، في حال وجودها ، لن تسير بالطبع في إتجاه واحد . اذا كانت بذور ذات مشأ أرضي تستطيع ان تنقل ، بتأثير الآلية التي تحدثنا عنها ، إلى كواكب شمس غريبة ، فإن الأرض يمكن ان تكون بدورها هدفاً نهائياً لبدور قادمة من الفضاء الكوني .

هل حانت الحياة قبل ٣,٥ مليار سنة إلى الأرض على هذا الطريق ؟ هل احتلَّت الأرض في مرحلة تطورها قليل - الحياتية من قبل أحياء كونية وحيدة الخلية وصعدت البذرة الأولى لجميع الحياة اللاحقة بما في

ذلك نشوء الشر أنفسهم ؟ هل هبطت الحياة الأرضية آنذاك حرفياً من السماء ؟  
على الرغم من أن هذه الفكرة ليست جديدة فقد اكتسبت مؤخراً دفعةً جديدةً وبدأ بعض العلماء  
مناقشتها بحدية تامة . كان أول من طورها هو العالم السويدي المشهور سفانتي آرينيوس في بداية هذا  
القرن . كان آنذاك زمن داك الجيل من المعلمين الذين كانوا مارالوا يعانون من الصدمة التي سببها لهم  
اكتشاف العالم الفرنسي الكبير لويس باستور حول النشوء البدئي . تمكن باستور بعد بحوث طويلة مضية  
من تقديم الرهان على أن جميع الحالات التي كان يناقشها العلماء حول امكانية نشوء كائنات حية بدائية  
وحيدة الخلية من المواد الميتة الفاسدة لم تكن تعبر عن حياة جديدة بل ان كائنات حية لا ترى بالعين  
المجردة تكون موجودة في الأوعية المستخدمة في التحرية قبل بدئها أو انها تدخل إليها مع الهواء أثناء  
إحرائها .

ولدت هذه التجارب المثيرة الانطباع لدى العلماء بأن مسألة «النشوء البدئي» للكائنات الحية  
مشكوك فيها وقد لا تكون موجودة على الإطلاق . على الجانب الآخر كانوا مقتنعين ان وجود الحياة على  
الأرض ليس أزلي القدم . من أين يمكن أن تكون قد جاءت الحياة ادن ؟ على هذا الأساس اعتقد  
آرينيوس أنه وحد مخرجاً من هذه الدوامة بفرضيته القائلة ان الحياة قد بدأت على الأرض الفتية بمكروبات  
جاءت من الفضاء الخارجي .

لقد أصبح واضحاً منذ الحوث التي أجراها ببولوحيو النارا والفريق الألماني ان هذه الفرضية ليست  
مجرد خاطرة خيالية ، اذ أن تجاربهم تقدم مؤشرات على أنها ممكنة ومقبولة من الناحية النظرية . أما أن  
يكون تخمينه مطابقاً لمجرى التاريخ المعلي فهذه مسألة أخرى . هناك عدد من الأسباب الهامة التي  
تنقصه . سوف نرى لاحقاً أن الكون ، أي أن أعماق الفضاء الكوني قد شاركت فعلاً في نشوء الحياة على  
الأرض ، على ما يبدو . أما أن تكون الحياة قد هبطت من السماء قبل ثلاثة أو أربعة مليارات سنة دفعة  
واحدة على هيئة كائنات حية جاهزة كاملة التطور ، وإن كانت بدائية بصيغة وحيدات الخلية ، فهذا أمر  
يعتبر بحكم المستحيل لأسباب مختلفة

يجب ان نلاحظ أولاً ان نظرية هذا الكيميائي السويدي لا تحمل طعناً مشكلة النشوء البدئي بل  
تدفعه إلى نقطة أبعد . اذا لم تكن الحياة قد نشأت لأول مرة على الأرض فلا بد أن تكون حسب هذه  
النظرية قد نشأت بدئياً في مكان ما آخر . من الناحية المدائية لم يحصل أي تعبير على المشكلة ذاتها حتى لو  
وافقنا على اقتراح آرينيوس بقلها إلى كوكب بعيد تابع لشمس غير معروفة .

لكن بغض النظر تماماً عن كل ذلك فإن الافتراض بأن يكون شكل ما للحياة قد جاء آنذاك إلى  
الأرض هيئة هذا النوع من البذور الكونية وشكل المشأ الأول لكل الكائنات الحية اللاحقة يعتبر ،  
استناداً إلى مجرى التطور الأرضي ، ضعيف الإحتمال . ما من أحد يستطيع أن يشك اليوم من الناحية  
المبدئية بامكانية انتقال الحياة عبر الفضاء ومن الممكن ان تكون قد نشأت على كثير من الكواكب في الفضاء  
الكوني بهذه الطريقة ، أما ان تكون قد نشأت على الأرض بهذه الطريقة فلا يوحد ما يؤكد ذلك على  
الإطلاق .



بذلك يصب التاريخ الذي عرضناه حتى الآن في مرحلة نشوء الحياة بطريقة تناعية صحيحة وخالية من أية فجوة . جميع المؤشرات والآثار والحجج تؤكد مرة تلو الأخرى ان نشوء الحياة لم يبدأ بحدث طهر فحاة وأدى بدون أية مقدمات إلى تشكيل ظاهرة جديدة تماماً على سطح الأرض . ان نشوء الحياة على الأرض قد حصل من خلال عملية تطورية شديدة البطء ذات تسلسل دقيق ومسجم وخالي من القفrazات وصحيح بصورة مدهلة .

مر ما لا يقل عن مليار ولربما ملياري سنة حتى تحول التطور الكيميائي إلى تطور عضوي ، أي حتى صلت عملية نشوء جزيئات أكبر وأكبر وأعقد وأعقد سلاسة وبدون أية فجوة درجة درجة وخطوة خطوة في عملية نشوء وحدات مادية أكثر تعقيداً سميت حية لأنها كانت قادرة على التضاعف (التكاثر بالانقسام) . لقد حصل الانتقال في الواقع ببطء وبسلسل لا فراغ ولا قفزة فيه لدرجة أنه أصبح من المحال ، على ضوء البحوث الحديثة ، إيجاد حدود ذات دلالة بين الجزء من التطور الذي يعتبر المرحلة «اللاحية» والجزء المتصل به مباشرة والذي يشكل مرحلة التطور البيولوجي .

يتوجب علينا الآن أن نرى أولاً عن كثب ما حصل في هذه المرحلة بالتفصيل على سطح الأرض

المتية

\*\*\*

## ٥. مكونات الحياة :

في ذلك الماضي السحيق كانت توحيد أيضاً جميع العاصر التي نعرفها اليوم على الأرض ، غير أنها لم تكن جميعها في الحالة المفردة المعزولة أي في الصيغة النقية ، وإنما متحدة مع بعضها مشكّلة مختلف الروابط الكيميائية . لقد سبق وذكرنا بعضاً من هذه الروابط العازية التي كان يتألف منها الغلاف الجوي الأول : امونيak ، ميثان ، غاز الفحم ، والماء . أضيفت الى ذلك المركبات المعدنية المتعددة التي كانت تتألف منها القشرة الأرضية ذاتها . سيليكات الألومنيوم والحديد والمنغيز ، الكربونات المختلفة ، الروابط الأروتية والكريتية وغيرها ، هذا على سبيل المثال لا الحصر .

من المهم أن نضع أمام أعيننا أن هذا ليس بديهيّاً كما صار يبدو لنا لاحقاً بحكم العادة . إننا لا نعرف لماذا تنزع المادة المنطلقة من الانفجار الكوني الأول الى الاتحاد في بنى أكثر تعقيداً مغيرة بذلك خواصها تجاه الخارج باستمرار . إنها كذلك وحسب . من الناحية النظرية ليس هناك ما ينفي الامكانية بأن لا تكون للمادة هذه القدرة . عندئذ كان أول العناصر ، الهيدروجين ، قد بقي مستقراً دون أي تعيير وكان تاريخ الكون بالتالي قد اقتصر الى الأبد على التغيرات الميكانيكية لعيوم الهيدروجين ، التي تملأ الكون بكامله ، التي لم تتعدى تجمعها تأثير وزنه ، توجهه كما يحصل في الجرم تأثير ضغطه الداخلي المتزايد وأخيراً اندفاعه في دورات أبدية لا نهاية لها

علينا أن نذكر بهذه المناسبة أن كل شيء بدأ بالهيدروجين . لكن هذا الهيدروجين كان يحتوي امكانات لا حصر لها . إن كل ما ذكرناه في هذا الكتاب حتى الآن وكل ما سذكره حتى آخر صفحة فيه ليس هو في الأصل سوى تاريخ التغيرات والتحويلات التي بدأ الهيدروجين القيام بها بتأثير قوانين الطبيعة منذ أن أطلقه البعج بانغ في هذا العالم .

كان الزمان وكان المكان وكانت قوانين الطبيعة . إنها الحقيقة المدهشة لهذا الكون المدهش أن هذه الشروط كانت كافية لجعل الهيدروجين يخضع الى عملية تحول مستمرة نتج عنها عبر الزمان كل ما نراه

حولك اليوم بما في ذلك وجودها ذاته . ان أعظم وأدهش اكتشاف قام به العلم حتى الآن يكسر في هذه الجملة الرائعة المتواضعة حول شروط الانطلاق - الهيدروجين رائد الزمان رائد المكاد زائد القوانين الطبيعية - كما أن أعظم وأدهش أسرار الكون هو أن يكون البدء ممكناً بهذه الشروط

إن تاريخ الكون هو تاريخ تطور هذا الذي كان في البدء ، لذلك أصبحت علوم الطبيعة ممكنة لأن كل ما حصل منذئذ نتج عن اللعبة المتبادلة القائمة منذ بدء الزمن بين الهيدروجين وكل لمواقع المتعددة لتحولاته بتأثير قوانين الطبيعة عبر الزمان وفي المكان . تستطيع علوم الطبيعة كشف هذه اللعبة المتبادلة والبدء برسم المخطط الذي سارت عليه وتصحيحه خطوة خطوة ، لأن قواعد التحرك ثابتة

أما ماهية هذه القواعد ذاتها ، لماذا هي هكذا وليس على شكل آخر ، كيف يمكن أن يكون لدرة الهيدروجين ، التي تبدو بسيطة التركيب ، هذه الامكانيات التي تجعلها تحوي العالم بكامله ؟ هذه أسئلة لا تستطيع العلوم الطبيعية الإجابة عليها . إنها لا تستطيع الإحاطة عليها بقدر ما لا تستطيع نحن معرفة ما كنا نشعر به قبل ولادتنا . بما أن علوم الطبيعة قد أصبحت ممكنة مع وسب هذه لقواعد لذلك لا تستطيع أن نسأل عن أسبابها ذاتها . هنا تصطدم هذه العلوم بعتبات ملموسة معطية مسقلاً لا قبل لها بتفسيرها .

بذلك تنتهي ذرة الهيدروجين والقوانين الطبيعية أن تكون موضوعاً لعلوم الطبيعة . إنها إشارة واضحة ، عندما ننظر إليها بدون أحكام مسبقة ، الى أن لعالمنا مشأ لا يمكن أن يكون فيه ذاته .

من ناحية التسلسل الزمني كانت أول نتيجة للخواص المدهشة لدرة الهيدروجين هي نشوء ما لا يقل عن ٩١ عصباً آخر (أثقل وأعقد تركيباً) نستطيع هنا أن نحرج من اعتبارنا العناصر الثقيلة حداً اللأمستقرة التي نشأت مرحلياً ولعمر قصير . لقد شرحت في موقع آخر كيف نشأ هذه العناصر الواحد والتسعون وسأعيد هذا باختصار . حصلت العملية في مركز الشمس الأولى التي نأت من العيوم الهيدروجينية البدئية . تشكلت العناصر الثقيلة شيئاً فشيئاً في داخل هذه الشمس ثم انتشرت ثانية في الفضاء على هيئة غبار كوني نتيجة انفجارات هائلة في الشمس ذاتها . بعد مرحلة طويلة من التطور تشكلت من هذا الغبار ، الذي كان يحتوي جميع العناصر الموجودة اليوم ، المظومات لكوكبية ، أي شمس تدور حولها أحرام متردة أصغر منها

إننا نكرر هذه الأفكار مرة أخرى باحتصار لأنه من المهم عند النقطة التي وصلنا إليها الآن أن نتذكر أن هذه التطورات أيضاً ليست سوى النتائج التي ترتبت على خواص الهيدروجين بصورة طبيعية تماماً . نعي كلمة «طبيعي» هنا أن ما حصل كان ، طبقاً لقوانين الطبيعة وتأثيرها ، يجب أن يحصل وهذا يطبق على مجرى التطور اللاحق حتى نشوء الأرض ويطلق على نرد قشرتها وتوهج باطنها وعلى البراكين الناعمة عن ذلك . ترتب على هذه الخطوات دورها وبصورة حتمية نشوء الغلاف الجوي لأرضي البدئي والمحيطات الأولى

مهما كانت الحالة على سطح الأرض الاولى في هذه المرحلة مشروعة ومعقدة بما فيها من مياه وبابسة ، رياح ومناخ ، تعدد وتتابع الفصول بسبب الوضع المائل لمحور دوران الأرض ، تعاقب الليل والنهار ، فما من أحد سيميل الى المطالبة بتفسير «فوق طبيعي» لهذا التنظيم المدهش ، لهذه البنية المتداخلة والمتشابكة التي نشأت ساحة في الفضاء ، لأن كل خطوة من التطور حتى هذه المرحلة تنتج بوضوح لا لبس فيه عن الخطوة التي سقتها بمجرد تطبيق «قواعد اللعب» ، أي قوانين الطبيعة ، عليها . عندما يفترض الوجود المسبق للمهيدروجين بما له من خواص مذهلة وبضيف اليه قوانين الطبيعة يبدو كل التطور اللاحق ، بمجرد توفر الزمان والمكان بدرجة كافية ، حتمياً لا بد منه . لذلك فإن «الأعجوبة» تكمن في شروط الانطلاق ، أما التطور ذاته فهو «طبيعي» جداً .

عندما نضع أمام أعيننا هذا القدر الهائل من التنظيم وهذا التعقيد الكبير للنس والظواهر على سطح الأرض الاولى (لنتذكر مثلاً واحداً من هذه التعقيدات هو مؤثر يوري) سنكتشف الطمأنينة البالغة التي نطرق فيها لهذا السوع من «الطبيعة» . ستبقى هذه الطمأنينة قائمة على الرغم من أن أغلب الناس يصرون بعناد على أن الخطوة التالية لا يمكن أن تحصل بالتطور «الطبيعي» . غير أن الخطوة التالية من التطور ليست سوى متاعاة «اتحاد وحدات اصغر» من المادة حتى الوصول الى البنى ذات الصفات التي نجعلنا نطلق عليها تسمية «حياة» .

ليس من السهل تفسير السبب الذي يجعل كثيراً من الناس يستصعبون هذه الخطوة على الرغم من أنها أيضاً امتداد حتمي لما سبقها . هل يعود السبب في ذلك الى أن ما يحصل هنا هو ظهور شيء «جديد حديراً» ، ألا وهو الظاهرة التي نسميها «حياة» ؟ لكن هذا الظهور الجديد ينطبق أيضاً على المستويات الأدنى ، لا بل ينطبق على كل خطوة سابقة . وإلا ، هل يستطيع أي ما أن يتصور أن الماء هو اتحاد بين الهيدروجين والاكسجين ؟ كلاهما غاز شفاف . لكل منهما أيضاً - بسبب الخصائص المتميزة لتوزع الكترولونات الذرات التي يتألفان منها - الميل بأن لا يبقيا منفردين وإنما ليتحدوا مع بعضها البعض . أما الخواص الكهربائية للقفرة الذرية لكل منهما فمكونة بشكل أن كل ذرتين من الهيدروجين تحدان مع ذرة من الاوكسجين .

يحصل التفاعل بينهما بشغف كبير مطلقاً حرارة . إن الاستعداد الموجود على الأخص لدى الاوكسجين ليتحد بهذا الشكل مع الهيدروجين كبير الى درجة (كلاهما نشيط كيميائياً ، كما يعبر المحتصون ، الى درجة) ان التفاعل يحصل بمجرد مدهما بمقدار ضئيل نسبياً من الطاقة . إن العملية بكاملها هي ببساطة احتراق أو «تأكسد» الهيدروجين . أما الناتج ، أي الصفة الناتجة عن هذا الاحتراق فهي شيء حديد تماماً ، شيء ليس له في تصوراتنا أو في ادراكاتنا الحسية أي تشابه أو أي قاسم مشترك مع العناصر التي نتج عنها إنه «الماء» .

لنعد الآن الى الحالة الملموسة للروابط الكيميائية التي كانت موحودة في الغلاف الجوي وفي بحار

الأرض الأولى . هي أيضاً لم تكن بأي حال النواتج النهائية لعملية التطور . كانت امكانيات حصول اتحادات لاحقة أكثر تعقيداً ، كما سيتبين من عمليات التطور التالية ، لم تزل قائمة على أوسع مدى . كيف تابعت الأمور مسيرتها ؟

كانت أجيال من العلماء قد داحت في هذا السؤال حتى خمسينات هذا القرن . كانوا قد جربوا طرقاً كيميائية معقدة وناقشوا فرضيات أكثر تعقيداً . رغم ذلك لم يتمكن أي منهم أن يكون تصوراً صحيحاً عن الكيفية التي سارت عليها الأمور تاريخياً فعلاً . كانت المشكلة تكمن في تفسير الكيفية التي يمكن أن يكون قد شأ بواسطتها كل من البروتين والحموض النووية وجميع مكونات الحياة المعقدة الأخرى انطلاقاً من الجزيئات الأساسية البسيطة الميثان والأمونياك والماء وغاز الفحم بدون وجود الكائنات الحية التي تنتجها . هذا النشوء «غير العضوي» للمركبات العضوية اللازمة للحياة ، ها كانت المشكلة ، التي بدت وكأنها غير قابلة للحل . كانوا يعرفون أن هذه المركبات العضوية تنتجها اليوم حصراً الكائنات الحية ، الحيوانات والنباتات . لذلك كانوا يحتاجون إلى الحاح إلى تفسير لوجودها كمقدمة لشئ الكائنات الحية التي لم تكن قد وحدثت بعد .

ها بدت الأمور وكأنها تسير في طريق مغلق مما جعل بعض العلماء يتراحعون ويشككون بالمقدمات التي انطلقت منها كل هذه الجهود . أي بوجود تفسير طبيعي لخطوة الانتقال من المادة الميتة إلى المادة الحية

في هذا الظرف الخرج قام بالخطوة الحاسمة في عام ١٩٥٣ طالب يدرس الكيمياء في جامعة شيكاغو اسمه ستانلي ميلر . اندفع ميلر نحو المشكلة بطريقة لا مبالية وساذجة قد لا يستطيعها إلا مبتدئ . في مثل هذه الحالات تكون النتيجة في البحث العلمي ، على عكس الرأي الراجح ، حائبة بلا استثناء تقريباً . لكن ستانلي ميلر كان واحداً من الاستثناءات النادرة .

نظراً لصعوبة المشكلة كان علماء كبار ذوو شهرة في الكيمياء العضوية قد حاولوا تحصيل المكونات البيولوجية الأساسية بشق الطرق التي تفوق احداها الأخرى في التعقيد والتشابك . أما ستانلي ميلر فقد سلك طريقاً مختلفاً تماماً . قام أولاً بتأمين المواد التي قيل له أنها كانت موجودة في الغلاف الجوي الأول ، أي أنه أخذ الميثان والأمونياك فقط ، لا شيء آخر الة ، خلطها مع الماء - والحط السعيد - ثم وضع المحلول في وعاء زجاجي مغلق . كان الآن لم يرل يحتاج إلى مسج حراري ، إلى مصدر للطاقة . عندما يريد أحد أن يحصل على اتحاد كيميائي يتوجب عليه عادة أن يمد المواد الداخلة في التفاعل بشكل ما من أشكال الطاقة . حتى عود الثقاب لا يشتعل إلا بعد الاحتكاك (يستمد في هذه الحالة طاقة حرارية ناتجة عن الاحتكاك)

كانت أشكال الطاقة المستخدمة قبل ذلك الوقت في مثل هذه التفاعلات مثيرة للانتباه . لقد أجرى مثلاً في عام ١٩٥٠ عالم الكيمياء الأمريكي وحامل جائزة نوبل ميلفين كالفين تجربة مشابهة استخدم فيها كمصدر للطاقة أشعة تـؤـدي إلى التأثير بتسجها سرع الكـتـروني صـحـم . صحيح أنه تمكن بذلك من إنتاج حمض النمل والديبيد لكن هاتين المادتين لم تكونا بالطبع من المواد البيولوجية الهامة . علاوة على ذلك فإن

تجربته لم تبرهن شيئاً ، لأن السرعات الالكترونية لم تكن متوفرة على سطح الأرض الاولى .  
 أما الطالب ميلر فقد قرر عند اختياره لمصدر الطاقة اللازمة لإحداث التفاعل أن يقلد الحالة  
 الأصلية تماماً بقدر ما هو ممكن . (كان كل تجربته تقوم على أساس أن يوفر جميع الشروط التي كانت سائدة  
 على الأرض آنذاك ثم ينتظر ما ينتج عن ذلك) . ما هي مصادر الطاقة الطبيعية الموجودة على الأرض  
 آنذاك ؟ أول ما يخطر على البال هو الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس وتفرغ الشحنات  
 الكهربائية (الرق أو الصق) الذي كان آنذاك على الأرجح ، للأسباب التي ذكرناها سابقاً ، شديداً جداً  
 ومتواصلاً . قرر ميلر أن يستخدم تفرغ الشحنات . لذلك وصل وعاءه الزجاجي بخط للتوتر العالي  
 وأمن ما يلزم لتفريغ شحنات كهربائية قوية مسلطة على المحلول الذي يحتويه الوعاء . بعد ذلك ترك  
 التجربة تعمل لحالها وأغلق مخبره وذهب الى النوم .

حسب كل ما لدينا من معلومات ، مضت على الأرض عشرات وربما مئات ملايين السنين ضمن  
 الشروط التي حاول ميلر أن يقلدها في تجربته في وعائه الزجاجي الصغير ، حتى «حصل شيء» . لذلك  
 نستطيع أن نفترض أن هذا الرجل الشاب لم يكن على اطلاع بما فيه الكفاية على هذه الحقيقة . لو لم يكن  
 الأمر كذلك لكان غير مفهوم أن ميلر بعد ٢٤ ساعة لم يستطع أن يقاوم نفاذ صبره ، إذ أنه بعد هذه المدة  
 المضحكة أوقف مولدة التوتر العالي المولدة للصعقات الكهربائية ثم فرغ المحلول المعالج بهذه الصعقات في  
 أنابيب زجاجية صغيرة وبدأ ، معباً بالأمِل ، يبحث عما حصل في هذا المحلول .

مهما بدا الأمر ، ضمن الظروف التي وصفناها ، غير قابل للتصديق ، فإن بحث ميلر لم يكن مكللاً  
 بالساح وحسب بل تجاوزت نتيجته حتى أحرأ التوقعات . لقد أدت الطاقة المحضرة بإحداث برق  
 اصطناعي والتي أمد بها هذا المحلول البسيط المؤلف من الأمونياك والميتان والماء خلال ٢٤ ساعة فقط الى  
 تشكل -بالإضافة الى سلسلة من الاتحادات الاخرى - ثلاثة من أهم الحموض الأمينية دفعة واحدة :  
 غليزين ، ألانين وآسباراجين . هذه الحموض هي ثلاثة من أصل ما مجموعه فقط عشرون حمضاً أمينياً  
 التي تتكون منها جميع أنواع البروتينات البيولوجية الموجودة على الأرض .

يتكون الروتين ، الذي ظل حتى الى ما قبل بضع عشرات السنين «كمادة حيائية» مليئة بالأسرار  
 الغامضة بالسنة لعلماء البيولوجيا ، من سلاسل طويلة من الحموض الأمينية المعلقة بجانب بعضها  
 البعض . يمكن أن تتألف السلسلة من ١٠٠ حتى ٣٠٠٠٠ حلقة (حمض أميني) مختلفة . سوف نتعرض  
 الى تركيبها لاحقاً ضمن إطار آخر - بطريقة أكثر تفصيلاً . نود هنا فقط أن نشدد على الحقيقة بأنه من بين  
 جميع الحموض الأمينية الممكنة كيميائياً والتي يمكن تحضيرها مخبرياً يوجد عشرون حمضاً فقط ذات أهمية  
 بيولوجية . جميع الملايين الكثيرة من البروتينات المختلفة التي نلحدها عند البشر والحيوانات والنباتات  
 (باستثناء بعض الحالات الشاذة القليلة جداً) تتكون من هذه المجموعة العشرينية من الحموض الأمينية .  
 كما أن جميع الفروق القائمة بين مختلف أنواع البروتينات ، التي تترتب عليها أيضاً جميع الفروق في  
 خواصها البيولوجية ، تتعلق فقط وحسراً بالتسلسل الذي تتخذه هذه الحلقات العشرون من الحموض  
 الأمينية في بنية الجزيئات السلسلية (على شكل سلسلة) لهذا الروتين أو ذاك .

ما من أحد يعلم لماذا يوحد بالضبط عشرون حمضاً آمينياً ، لا أكثر ولا أقل ، كونت منها الطبيعة الأرضية جميع كائناتها الحية . قد نستطيع اليوم أن نذكر سبباً لماذا بالضبط هذه العشرون وليس غيرها هي التي نعثر عليها دائماً في جميع الكائنات الحية الأرضية . تدفعنا استنتاجاتنا على ضوء التطور الذي جرى حتى الآن ونتائج تجربة ميلر الى الظن بوجود احتمال معين لتفسير ذلك .

يبدو للوهلة الاولى وكأنها صدفة هائلة أن تؤدي التجربة التي أجراها ميلر في عام ١٩٥٣ دفعة واحدة الى إنتاج ثلاثة من الحموض الأمينية التي تنتسب جميعها الى «مجموعة مواد البناء» التي استخدمتها الطبيعة . كيف نستطيع أن نفسر أنها ليست جميعها أو ليس اثنين منها أو حتى ولا واحداً منها ينتسب الى الصنف من الحموض الأمينية الهائلة العدد ، التي لا نعثر عليها في العنصرية الحية ؟ لا نحتاج نظراً لهذه «الصدفة» إلا أن نطبق الوصفة التي نعرفها جيداً والتي ساعدتنا عالياً حتى الآن في الحالات المشابهة . ستظهر لنا نتيجة تجربة ميلر في مطهر آخر فوراً ، عندما ننطلق من الفرصة السليطة أن العليزين والألايين والأسباراجين قد تشكلت في هذه التجربة ببساطة لأن احتمال تشكلها من المواد الداخلة في التجربة ونحت الشروط المطقة عليها كان كبيراً

إنه معروف حتى لعبير الكيميائي أن بعض العناصر تتحد مع بعضها الآخر بطريقة سهلة وبالتالي فإن نشوء بعض الروابط الكيميائية يكون أكثر احتمالاً من نشوء بعضها الآخر . كل هذا معل علمياً وله علاقة بنية القشور الالكترونية التي يحيط بالذرات التي تتفاعل مع بعضها البعض . إن تعبير «التفاعل الكيميائي» أو «الدخول في رابطة كيميائية» لا يعي سوى أن القشور الالكترونية ، المختلفة التركيب ، للذرات المختلفة تترايط مع بعضها البعض . (على الرغم من أن هذا تبسيط لما يحصل فعلاً لكنه يكفي لغرضنا في هذا الكتاب)

يتم التفاعل بسهولة كبيرة في الحالات التي يكون فيها غلظا الدرتين ، اللتين يجب أن تتحدا مع بعضهما البعض ، متناسين تماماً . في الحالات الأخرى لا يحصل التفاعل إلا ببطء كبير و بعد ترويد العملية بكميات كبيرة من الطاقة من الخارج . (هذا هو أحد الأسباب التي تجعل مدرس الكيمياء يسخن انبوب التفاعل على مصباح كحولي عندما يريد أن يشرح لتلاميذه تفاعلاً كيميائياً) . أما بالنسبة لذرات العناصر الأخرى فإن القشور الالكترونية المحيطة بها تكون محكمة الإغلاق الى درجة تصبح معها غير قادرة على التفاعل مع أي عنصر آخر .

كل هذه الأمور معروفة بالنسبة لنا جميعاً وإن كنا قد تعلمناها بطريقة تعبير أخرى . هذه المرو في «الاستعداد للتفاعل» لدى مختلف العناصر هي مثلاً التي تميز بموجيها المعادن «الكريمة» عن المعادن «غير الكريمة» . والحديد مثلاً هو معدن غير كريم (سبياً) لأنه يتفاعل بسهولة مع الاوكسجين («يصدأ» ) . أما الفضة فهي أكثر خمولاً . «أكرم» من الفضة ، الذهب . غير أن البلاتين يعوق حتى الذهب في حوله . مثال آخر على ذلك هي الغازات «الكريمة» أو الخاملة (هيليوم ، نيون ، أرغون ، الخ . .) التي يعود السب في تسميتها كذلك الى أنها لا ندخل عادة مع العناصر الأخرى في روابط كيميائية . لا شك أن إعطاء عصر ما لقب «الكريم» لأنه خامل كيميائياً يعود الى التصورات السحرية التي كانت تسيطر على الكيمياء (أو

السيما) في انمصور الوسطى . من هذا المنطلق ستصبح نهم مع هذا القلب لأن العنصر الذي لا يتفاعل كيميائياً يقى «نظيفاً» وثائاً (لا يتغير) .

تطبق نفس الفروق في الاستعداد للتفاعل ، لأسباب مشابهة من ناحية المبدأ ، على روابط الذرات («الجزئيات») التي يجب أن تتفاعل مع روابط ذرية أو حزيئات أخرى . لقد حصلت مثلاً عملية تشكل الحموض الأمينية الثلاثة في تجربة ميلر على مرحلتين في المرحلة الأولى تحطمت مواد التجربة الأساسية ، الميثان والأمونياك والماء ، بواسطة تفريع الشححات الكهربائية ، أي تفككت إلى أحزاء أصغر . في المرحلة الثانية اتحدت النتائج محدداً مع بعضها البعض . من خلال هذه العملية لا تشكل المواد الأساسية مجدداً في صيغتها السابقة وحسب (من الديهي ان هذا يحصل أيضاً) وإنما يشكل جزء صغير من النتائج روابط جديدة من بينها عدد قليل من الروابط الأكبر والأكثر تعقيد .

يتعلق نوع الروابط الكيميائية الحاصلة وكميتها بمدى استعداد هذه التف الجزئية للتفاعل مع بعضها ، أي بمدى ميولها المتبادلة نحو الاتحاد . عندما يحصل ستانلي ميلر في تجربته على تلك الروابط الأكبر والتي من بينها ٣ حموض أمينية «طبيعية» ، يجب أن نستنتج أن نتائج جزئيات الانطلاق تميل بصورة خاصة ، لأسباب تعود إلى تركيبها الذري والجزئي ، إلى الاتحاد مع بعضها بالشكل الذي تنتج عنه هذه الروابط من الحموض الأمينية .

يستخدم العلماء مسائر فضائية تعمل بالراديو باحثه عن مختلف الروابط الكيميائية الموجودة في الفضاء. وقد أشارت المعلومات التي أرسلتها في السنين الأخيرة إلى مقدار وشمولية استعداد العناصر الـ ٩٢ الموجودة في الكون للاتحاد في الجزئيات التي يدور حولها الحديث هنا . لقد اكتشفت هذه المسار في الفضاء الحر (أي خارج الغلاف الجوي لأي كوكب من الكواكب) أولاً وجود الرابطة  $OH$  (كشفت من حريرة الماء المتحطمة) ثم أيضاً الأمونياك والميثان ورباطتين على الأقل من روابط المحم - الكبريت وأخيراً مؤحراً الدييد الذي يمثل الخطوة التطورية التالية .

إن اكتشاف هذه الروابط في الفضاء ليس وثيقة قاطعة على ميل جميع العناصر إلى الاتحاد وحسب بل يشير علاوة على ذلك إلى الاحتمال الكبير لشوء الجزئيات الخاصة التي نتحدث عنها . كما أنه بالإضافة إلى ذلك يدفعنا إلى التفكير بإمكانية وصول بعض الجزئيات المتواجدة في الغلاف الجوي الأرضي الأول إلى قادمة من أعماق الفضاء . قد يكون بعض هذه الروابط ، الهامة للتطور اللاحق نحو الحياة ، قد تشكل أولاً في الفضاء ثم انتقل بعد ذلك إلى الأرض . حتى لو نظرنا إلى الأمور من هذا المنظار فمن تكون الحياة ذاتها قد هبطت من السماء - ولكن جزءاً من الروابط الكيميائية التي انطلقت منها سيكون على أي حال قد جاء من هناك

عندما نعتمد هذه المقولة يكتسب الحجم الهائل للكون أو البعد الشاسع بين النجوم المنفردة أهمية إضافية جديدة . قد يكون هذا الاتساع الكبير مقدمة ضرورية لنشوء الحياة على سطوح الكواكب ، لأن المكان يجب أن يكون واسعاً بما فيه الكفاية لؤس «الأرض الحصنة» اللازمة «لانتاج» تلك الكميات اللازمة من الجزئيات التي يحتاجها التطور في الخطوة التي ناقشنا . قد لا تنشأ هذه التكمومات الجزئية



كميات كافية إلا في المسافات الشاسعة بين السحوم بتأثير الاشعاعات الكونية .  
مهما كان انتشارها في الفضاء متاعداً فإن كميتها المطلقة ستكون هائلة نظراً لصحامة الأبعاد الكونية . أما تجمعها حتى تبلغ الكثافة اللازمة لحصول تفاعلات لاحقة فهو أمر لا سر فيه ، إذ أننا نستطيع أن نتصور بسهولة أن هذه الجزيئات تتجمع شيئاً فشيئاً بسبب جذبها خلال ملايين السنين من الكواكب المتواحدة في محيطها الكوني .

تلعب الكواكب في هذه العملية دور المكثف المركزي حيث تجذب شيئاً فشيئاً الروابط المتشكلة في المحال الخاصص لتأثير جاذبيتها مما يؤدي الى تجمعها وإغناء جزيئاتها .

تجربنا المسابر الفضائية في السنين الأخيرة خلال كل زوج من الأشهر عن اكتشاف روابط كيميائية جديدة في الفضاء الحر بتحسسها بتيليسكوباتها الضخمة . عندما ندرس التقارير الواردة حتى الآن نستطيع أن نتوقع أن السبر القادمة ستؤدي الى اكتشاف روابط أكثر تعقيداً . تقوي هذه النتائج الظن بأن العملية التي شرحناها هنا باختصار يمكن أن تكون قد لعبت دوراً هاماً في التاريخ الذي سق تشكل الحياة الأرضية . مهما كانت الحياة الأرضية قد تطورت بدون شك بصورة مستقلة ونوعية فقد يكون ممكناً أنها ، لولا هطول أمطار عريرة من الجزيئات الكونية على كوكبنا ، ما تمكنت على الإطلاق من تثبيت أقدامها هنا . لولا هذه العملية من «الاعتناء» الجزيئي التي حصلت في الفضاء الواسع لما تمكنت ، على الأرجح ، المركبات البيولوجية من التجمع على سطح الأرض خلال الزمن القصير المتوفر للغو «الكمية الحرجة» التي «ترصناها كمقدمة لحصول الخطوة التالية من التطور

بصورة عامة تقودنا نتيجة تجربة ستانلي ميلر الى جملة من الاعتبارات تشير أولاً بطريقة مذهشة كم هي بسيطة الطريقة التي تشكلت فيها المركبات العضوية اللازمة للحياة بطريق «لا عصوي» في الغلاف الجوي الأول ، الأمر الذي كان يعتبر حتى ذلك الحين مليئاً بالأسرار الغامضة . نحصل من ذلك في نفس الوقت على الاستنتاج ان الاستعداد النوعي ، أي الزعة الى الاتحاد الكيميائي ، الموجودة لدى المواد المتوفرة عند الانطلاق ، لتشكيل الروابط التي نعرفها اليوم كمكونات للحياة ، كانت كبيرة بصورة متميزة . بتعبير آخر : إن هذه المركبات البيولوجية قد أصبحت وحدها قطع بناء الحياة اللاحقة لأن العناصر التي تشكلت لخلافه الهيدروجين كانت مركبة بشكل أنها فضلت ودعمت نشوؤها

بذلك يرول العموص عن نشوء مكونات الحياة الأولى ويصبح قابلاً للتفسير بسهولة ويسر . عندما نفترض وجود الهيدروجين بخصائصه المتميزة الرائعة ونضيف اليه قوانين الطبيعة كحقيقة قائمة - ليس لدينا أي حيار آخر - يصبح نشوء هذه المكونات لا مناص منه . لقد أيدت ذلك بصورة واضحة نتائج البحوث التي أجريت في السنين التي تلت نشر نتيجة تجربة ستانلي ميلر .

نستطيع أن نتصور بسهولة رد الفعل الذي أحدثته تجربة ميلر في الأوساط المختصة في شتى أنحاء العالم . بدأ الباحثون في غار لا حصر لها تقليد تجربة الأمريكي الشاب التي ددت على درجة كبيرة من السنطة . من المؤكد أنه كان يوجد بين هؤلاء الباحثين عدد غير قليل لم يصدق ما قاله ميلر ولذلك أعاد التجربة كي ينقص نتيجتها يكشف خلل لا بد أن يكون فيها ، كما كانوا يعتقدون .

لكر النتائج خيبت آمالهم ، إذ ما من أحد من هؤلاء المفتشين حصل على نتيجة سلبية بل أعلنوا جميعهم النجاح . على أثر ذلك بدأ العلماء تحويل التجربة . راحوا يغيرون شيئاً فشيئاً مواد الانطلاق ويستخدمون مصادر أخرى للطاقة . كانت النتائج ايجابية دائماً . نتجت ، بالإضافة الى روابط كيميائية صدهوية مختلفة ، حموض أمينية ، سكر ، بوزين وجزيئات أخرى ، جميعها مواد يطر إليها الكيميائيون مد زمن طويل على انها من مكونات الكائنات الحية الموحدة اليوم على الأرض .

كلما تنوعت شروط الانطلاق وطال الزمن الذي يُعرض فيه محلول التفاعل للطاقة المستخدمة ، كان عدد الروابط الناتجة عن التفاعل أكثر وأكثر تنوعاً ، بحيث أصبح تعديدها ووصفها بعد بصع سيب من التجريب يحتاج الى مجلدات من الكتب . تحت بعض الشروط المعينة نتج عن تجربة واحدة استمرت عدة أيام أكثر من ٧٠ حمضاً أمينياً مختلفاً .

اكتشف العلماء في أوعيتهم الزجاجية تشكل السكر والأدينين وغيرها من الحموض الأمينية الأساسية ، لا بل إنهم وجدوا البورفيرين (وهو مرحلة كيميائية سابقة لمادة الكلوروفيل أو اليخضور الهامة) . وفوق ذلك أعلن بعض العلماء عن التشكل اللاعضوي لمادة ادينوزين تري فوسفات المعروفة لدى جميع الكيميائيين على أنها أهم مصدر للطاقة للخلايا الحية الأرضية . أما عندما ترك أولئك المجربون محاليلهم تتفاعل لمدة طويلة ، فقد حصلوا حتى على المركبات المتضاعفة ، التي هي اتحاد بين الحموض الأمينية وتنف من الحموض النووية ، والتي تشكل قطع بناء الحموض النووية . بذلك نجد أن هذه القطع الأساسية ، التي تشكلت في المخابر تحت شروط بسيطة وخلال زمن قصير وبطريق لا عضوي ، تنزع بدورها الى الاتحاد مع بعضها (مع مثيلاتها) في الجزيئات السلسلية الطويلة ، أي المركبات المتضاعفة ، التي تتألف منها الروتينات والحموض النووية .

كانت المواد الداخلة في التفاعل في جميع هذه التجارب تقتصر على المواد الأساسية التي لم يكن أحد ، حتى ولا أكثر المشككين ، يشك بوجودها آنذاك على سطح الأرض الأولى . كان ميلر قد استخدم الميثان والأمونياك والماء . أما خلعاؤه فقد أخذوا غاز الفحم والأزوت وهيدروجين الريان وروابط أخرى غير عضوية . تبين في جميع هذه التجارب أن الأمر سيان من أية مواد انطلق العلماء في تجاربهم ؛ المهم هو أن تحتوي على حليلة من الفحم والهيدروجين والأزوت ، أي تلك المواد التي تشكل القسم الأكبر من أية مادة حية .

تبين أيضاً أن نوع الطاقة المستخدمة لا يلعب دوراً هاماً ، إذ أن الأمور سارت بصورة جيدة عند استخدام الأشعة الصوتية فوق البنفسجية كما عند استخدام تفرع الشحاحات الكهربائية كما فعل ميلر . هناك بعض العلماء الذين استخدموا الضوء العادي ونجحت تجاربهم أيضاً . هناك آخرون توصلوا الى نفس النتائج باستخدام أشعة رونتجن أو بكل ساطعة بالتسخين الشديد فقط . حتى عند تعريض محلول التفاعل الى اهتزازات فوق - صوتية تحت المركبات العضوية المذكورة وغيرها بأعداد كبيرة . كيفما حاول العلماء تقليد الشروط التي كانت سائدة على سطح الأرض الأولى ، كانوا يحصلون دائماً على جزيئات معقدة كان شؤها حتى داك الحين دون وجود كائنات حية يبدو غير ممكن ليس فقط بالنسبة للأجيال

السابقة من العلماء وإنما أيضاً للعلماء أنفسهم الذين كانوا يجرون هذه التجارب .  
من الطبيعي أن التعجب يبقى قائماً لاحقاً كما كان سابقاً من أن المادة محد ذاتها مكونة أساساً  
بالشكل الذي يجعلها قادرة على التطور ضمن الشروط التي نعرفها . غير أن ما ينبغي إبرازه وتأكيدُه هو أن  
هذا التطور يتم ، كما أشارت تجربة ميلر لأول مرة ، بالطريق «الطبيعي» ، أي أن ما حصل عليه  
المجربون في أنابيبهم المخزية يعود حصراً الى القوانين الطبيعية السائدة في هذا العالم .

صحيح أننا يجب أن نعترف أن العلم لم يتمكن حتى اليوم من تحضير جميع المكونات الأساسية  
للعضوية الحية الحالية ، غير أنه لن يكون مطلقاً أن يعتبر هذا سبباً للشك في مبدأ نشوء المركبات  
العضوية من مواد غير عضوية . علاوة على ذلك فما من سبب يمنع أن ينطبق على المركبات التي لم نستطع  
تحضيرها محضاً بعد نفس ما انطبق على أحوالها من تلك التي تم تحضيرها فعلاً .

ستطيع إذن أن نطلق من أن سطح الأرض الأولى كان في نهاية هذه الحقبة نملاً بالروابط  
الكيميائية المعقدة ومن بينها تلك التي يعتبرها اليوم مكونات أساسية للنشوء الحية . يجب أن تكون بعدئذ قد  
بدأت مع هذه الروابط عملية أطلق عليها العلماء منذ نضع سنين اسم «مرحلة التطور الكيميائية» . إن  
ما حصل في هذه المرحلة من التاريخ كان عملية انتقائية من قِبل الوسط المحيط لدفع التطور في اتجاه  
الحياة

لم يكن آنذاك قد تشكل بصورة «هادفة» فقط الأديبين واليورينات الأخرى كحلفات سلسلية  
للحموض النووية المستقلة ولم يكن يوجد فقط الحموض الأمينية التي تشكلت منها في مرحلة متأخرة  
البروتينات المختلفة ، بل إن جميع هذه الجزيئات العضوية الموجودة حالياً - وغيرها كثير - كانت آنذاك  
مطمورة تحت كميات أكبر بكثير من مختلف الروابط الكيميائية الأخرى . لكن أغلب هذه الروابط لم  
يلعب ، على ما يبدو دوراً في عملية التطور التي أدت بعدئذ الى نشوء الحياة .

لقد كان الوسط المحيط هو الذي اتخذ القرار آنذاك باختيار الجزيئات التي انطلق منها التطور  
اللاحق وبرمي الجزيئات الأخرى حاشاً خارج الخلية . هذه هي العملية التي سميها انتقائية : تطوّر  
تحدّد اتجاهه وسرعته من قِبل شروط الوسط الذي اختار المواد التي يحتاجها من بين العروض الكثيرة  
المتوفرة . إما لا نعرف - هذا ما يجب أن نعترف به - اليوم سوى القليل عن الطريق الذي سلكه التطور  
الكيميائي بالتفصيل في هذه الحقبة القديمة من تاريخ الأرض . لكن علينا هنا أيضاً أن نحترس من الحكم  
المسبق العميق الجذور الذي سيجعلنا هنا أيضاً مدهشين لا نجد تفسيراً لأن تحصل ، من بين الروابط  
الكيميائية اللاحصر لها التي كانت موجودة آنذاك على سطح الأرض ، بالتحديد تلك الروابط الحاسمة  
بيولوجياً على الفرصة لأن تتفاعل وتتحد مع بعضها .

من البديهي أن تكون هنا كما نريد أن نذكر - النظرة المعكوسة الى الأمور هي الأصح . فقط  
انطلاقاً من النقطة المعاكسة لهذا الحكم المسبق نستطيع أن نرى التطور بمجمله وأيضاً الخطوة التي نعالجها  
هنا ، بصورة مطابقة للواقع وبدون أي تشويه . إن الخيال الشري مهما بدا واسعاً فهو مكوّن بشكل أنه  
لا يستطيع أن يتصور شيئاً لا وجود له على الإطلاق . (حتى الكائنات الاسطورية المربعة لـ هيرونيوموس  
نوش تتكشف عند تدقيقها على أنها تمجيع كيميائي لأقسام من أجسام حيوانات حقيقية معروفة) .

هذه الأسباب ليس لدينا أدنى تصور عن أية جريئات أخرى ، كانت موجودة على الأرض قبل ٤ مليار سنة ، كانت تستطيع أن تكون أيضاً قطعاً لبناء الحياة كما أننا لا نستطيع أن نعرف أية أشكال كانت ستخضع الحياة الأرضية (وبالتالي وحده الأرض الذي تصينه هذه الحياة) فيما لو كانت مركبات بيولوجية أخرى هي التي رحلت السباق وليس تلك التي نعرفها . إن المنطق والاحتمال يؤيدان أن هذه الامكانية كانت متوفرة حقيقة في البدء

أما عندما بدأت في هذه الحقبة روابط أكثر تعقيداً بالتشكل والتجمع على سطح الأرض ، عدت لم تعد لها حياً فرص متساوية للبقاء ، بل إن الوسط الأرضي آنذاك ذا الخصائص القردية المتميزة أيدى لقاء بعضها ببعض سعى إلى تفكك بعضها الآخر . لا نعرف سوى القليل من التفاصيل حول هذا الموضوع ، غير أننا ، كما نذكر ، نعرفنا على مثال ، يؤيد ذلك بوضوح ، هو مؤثر يوري ، تلك الآلية التي نشأت بالصدفة التاريخية ، والتي بدأت آنذاك بعملية انتقائية لصالح الحموض الأمينية والبروتينات .

أصبحنا الآن نستطيع أن نقول أن الأرض قبل ٤ مليار سنة لم تكن ببساطة مغطاة بمختلف الجزيئات ذات التركيب المعقد لبعض منها . كانت كمية هذه الجزيئات على الأرجح وافرة ، لأن مئات ملايين السنين كانت متوفرة لنشوتها . كل هذه المدة كانت تحت تصرف التفاعلات التي استطاعت كما رأينا في تجربة ميلر خلال أيام قليلة أن تنتج كميات مؤكدة من هذا النوع من الروابط . تنتج هذه التجربة ، فوق ذلك ، الطن بأن بعض الجزيئات المعينة ، التي اكتسبت لاحقاً أهمية فائقة كقطع لبناء الحياة ، قد تكون متوفرة منذ البدء بكميات أكبر . يبدو أن نزعة المادة إلى الاتحاد في روابط أعلى كانت عمدة ومدعومة من الشروط السائدة على سطح الأرض آنذاك .

ساهم أيضاً على الأرجح في ترايد كمية هذه الجزيئات حقيقة أنها كانت تستطيع أن تنشأ في الفضاء الحر ، وأنها حسب جميع المؤشرات لم تنزل تنشأ هناك حتى الآن . لذلك يجب أن تكون منذ ولادة كوكبنا تتساقط عليه كمطر كوي مخصص .

لكن هذا المطول الجزيئي لم يتجمع هكذا ببساطة إلى جانب الروابط المتشكلة على سطح الأرض ذاتها ، بل بدأت منذ البدء عملية انتقائية أدت إلى تكاثر جزيئات محددة تماماً . كانت هذه الجزيئات المحددة تماماً هي تلك التي سميتها اليوم مكونات الحياة تميزها عن جميع الروابط الكيميائية الأخرى الموجودة والممكنة . عندما بدأت الجزيئات البيولوجية ، لهذا السبب ، تزايد باستمرار على قشرة الأرض الأولى ، تزايد أيضاً الاحتمال بأن تحتك مع بعضها البعض .

لقد مضى وقت طويل حتى وصلت الأمور إلى تلك النقطة . كان قد مضى آنذ عشرة مليارات سنة على نشوء الكون وحوالي ٢ مليار سنة على نشوء الأرض . بعد هذا الوقت الطويل إذن بدأت المركبات ، التي غربلها واصطفها التطور الكيميائي ، وهي حموض أمينية وبيورينات وسكريات وبيوفيرين بالتفاعل مع بعضها على سطح الأرض الأولى .

هل مارلنا نحتاج فعلاً ، عندما نفكر بالتاريخ الهائل الذي مر حتى هذه اللحظة ، إلى افتراض عامل فوق طبيعي لكي نفهم أن التطور لم يتوقف دفعة واحدة عند هذه النقطة ؟



## ٦. طبيعي أم فوق طبيعي ؟

ما من أحد يعرف كيف كان مظهر البنية الجزيئية الأولى ، على سطح الأرض ، التي استحضت مسحها لقب «حيّة» ماذا نعني حقيقة بهذه الصفة ؟ كما هو الأمر غالباً لدى جميع التعاريف المتعلقة بحطوط حدية فإن الإحاطة على هذا السؤال ليست سهلة . تواجهنا هذه الصعوبة في جميع الحالات التي نحاول فيها تقسيم محمل الظواهر الطبيعية تقسيماً منهجياً .

أد يكون الحجر ميتاً ووحيد الخلية حياً ، هذا أمر بديهي لا جدال فيه . لكن التمييز يصح عسيراً فوراً عندما تقترب من المنطقة الحدية بين الحالتين . المثال المشهور لعرض هذه الصعوبة هي الفيروسات . هل يعتبر الفيروس كائناً حياً أم أنه لم يزل في مجال الطبيعة اللاحية ؟

تتألف الفيروسات ، هذه الكائنات الغريبة ، فقط من خيط طويل لجزيئة سلسلية من حمض نووي ملفوفة ضمن كيس بروتيني كغلاف لها . أي أنها ، بتعبير آخر ، ليست سوى صيغة وراثية منعزلة (مستقلة) محاطة بغلاف واق . ليست جسماً ! إنها من هذا المنظار التجريد الأقصى لما هو حي . وهي غير قادرة على فعل أي شيء ، حرفياً أي شيء ، آخر سوى التكاثر .

غير أن وجودها مقتصر على هذا الغرض الوحيد يشكل أن بنيتها مختصرة الى درجة أنها ، كما هي بدون جسم ، لا تمتلك حتى أعضاء خاصة لهذا الغرض . أما البنية الوحيدة المشابهة للعضو والتي نستطيع بالمجاهر الالكترونية اكتشافها لديها فهي نتوء معقوف على شكل كلاب مثبت على غلافها . يمنحها هذا النتوء القدرة على الالتصاق بالخلايا الحية وثقب جدارها . عندما يحصل الثقب ينكمش الغلاف زارقاً الجزيئة التي يحتويها في جسد الخلية المغدورة .

هذا الانجرار الواحد الوحيد يكون المحتوى الحياتي للفيروس قد تحقق عندئذ تبدأ الخلية داتها بسحب هذه الصعية ، المزروقة في جسدتها ، الى جهازها التكاثري . لكن هذا الجهاز لا يستطيع أن يميز بين صافية وأخرى لذلك يبدأ ، خاصعاً خضوعاً أعمى (وفي هذه الحالة انتحارياً) لبرنامج الموروث ،

إنتاج الصبغة الفيروسية . مناعاً ذلك حتى تخفق الخلية المضانة وحل . وهذا يعني انصبغيات الفيروسية الجديدة التي تجهزها الخلية أيضاً ، مفدة أوامر الصبغة الفيروسية ذاتها ، ثلاث بروتيني وبكلاهما للتلحق) الفرصة لأن تهاجم الخلية التالية وهكذا - وفي كل مرة لنفس الغرض الواحد الوحيد وهو التكاثر .

مما لا شك فيه أن القدرة على التكاثر ، على إنتاج عمادج مطابقة للذات ، هي من الخصائص المبرزة للكائنات الحية . لكن الفيروسات اقتضرت على هذه الوظيفة الوحيدة بطريقة تجعلها لا تستطيع اعتبارها حية . إنها لا تستطيع أن تتكاثر إلا بمساعدة خلية حية ، لأنها احتضرت نيتها إلى حد لا يوقفها فيه أي شيء آخر وبطريقة ترغبها على استعارة الآلية اللازمة للتكاثر من خلية حية .

هذه الأسباب لا تصلح الفيروسيات بالتأكيد لأن تكون نموذجاً مناسباً عندما نحاول أن نتصور الشكل الذي كانت عليه الكائنات الحية الأرضية الأولى . حتى إلى ما قبل بعض من عشرين السنين كان يسود الاعتقاد بأن الفيروسات قد تكون لعبت هذا الدور وقد تكون لم تزل حتى اليوم تمثل حالة الفاصلة بين ما هو حي وما هو لا حي . أما عندما تعرف العلماء بصورة أدق على «سيرة حياتها» بوحدة الإبقاء وعلى الشروط التي تحقق فيها وظيفتها الوحيدة ، فقد سقط هذا الاعتقاد . بما أن الفيروسات هي كائنات طفيلية تعتمد في وجودها على وجود خلايا حية ، لذلك لا يمكن أن تكون الشكل الأول للحياة . من المرجح أن تكون أشكلاً متأخرة بلغت درجة عالية من التخصص ثم تراجعت إلى الشكل الذي هي عليه الآن . لكن الفيروسات تبقى مثلاً معبراً عن الصعوبة التي تواجهنا عندما نحاول إيجاد تعريف يميز بدقة بين ما هو «ميت» وما هو «حي» - الأمر الذي يبدو بنا سهلاً للوهلة الأولى - وينطبق أبه على المساحة الفاصلة بين هذين المحالين من الطبيعة . لقد رأينا لتونا بواسطة مثال الفيروسات كيف - حتى مفهوم القدرة على التكاثر ، التي تبدو على أنها خاصية بيولوجية نوعية متميزة ، يمكن أن يجيب الأل ضمن هذه الظروف .

لذلك اتفق العلماء في السنين الأخيرة على معايير تغيير أخرى لكي يتمكنوا من الوصل إلى تعريف مقبول لما هو حي . أحد هذه المعايير هو القدرة على «تحويل الطاقة من شكل إلى شكل آخر بطريقة منظمة» . والمعايير الأخرى ، هو القدرة على «نقل المعلومات» حول الطريقة التي يحصل فيها التحويل المنظم للطاقة ، إلى نظام آخر مماثل . تشير هذه الصياغة التجريدية العربية والمعقدة لهذا هريف (الذي أحده من مفاد نعام نكيمياه العصوية الأمريكي وحامل حاتره نوبل ميلمين دانين) بصورة واضحة إلى صعوبة المسألة . يعود السبب الحقيقي في هذه الصعوبة ببساطة إلى أن هذه التعاريف ، التي نحاول التمييز (أو التفرقة) بين ما هو «ميت» وما هو «حي» ، ترسم حدوداً لا وجود لها في الواقع في الطبيعة . إن حدوداً من هذا النوع هي حدود مصطنعة . وهي تنسب إلى شبكة من المفاهيم المتدرجة في رمتها فوق الطبيعة لكي لا يفقد الرؤية الشاملة عبر حيايا التعدد الهائل للظواهر

تشبه هذه «الشبكة» المفاهيم والتعاريف شبكة الخطوط التي نرسمها على الخارطة لكي نسهل على أنفسنا التوجه (ولكي نتفهم مع بعض على النقاط التي نتواجد فيها) . لكن ما من أحداً سيعتبر هذه

التفسيرات الشبكية على أنها من خصائص الطبيعة ذاتها أو يحاول البحث عنها على الأرض .  
لا يختلف الأمر عن ذلك عند التعريق بين اللاحي والحي . تكمن الصعوبات التي تواجهنا ، عندما  
نريد التمييز بين هذين المفهومين بالقرب من نقطة الانتقال من حالة للمادة الى حالة اخرى ، في طبيعة  
المسألة ذاتها . إنها تعود الى أن الحدود ، بالمعنى الواضح لكثمة حدود ، عبر موحدة هامل الاطلاق .  
أو بصياغة أخرى . إن عدم وجود امكانية لتعريف «الحياة» بطريقة واضحة وشاملة ليس سوى برهان  
آخر على أن ظهور الحياة على الأرض لم يكن يعني بأي حال من الأحوال ظهور شيء جديد شاذ أو  
متطرف . لم يكن يعني شيئاً لم تكن بدرة إمكانه قد زرعت منذ البدء . إن «الحياة» هي ظاهرة تم بشوؤها  
بطريقة صحيحة التسلسل إجبارية المسار وبحط متصل انسيابي لا تدرج فيه لدرجة أن ما من أحد يستطيع  
أن يحدد النقطة التي «بدأت» عندها .

نقص النظر تماماً عن هذه الصعوبة المبدئية لا نعرف عن أشكال الحياة الاولى ، التي وحدثت على  
الأرض ، سوى القليل من القليل . إذ أن أقدم المستحاثات التي اكتشفت حتى الآن هي عبارة عن  
نصبات أو فحوات مستحاثية لنوع من وحيدات الخلية الباتية عديمة النواة ، يبلغ عمرها أكثر من ٣  
مليارات سنة . تمثل هذه العصورات الحية رغم كل بدائيتها شكلاً حياتياً معقداً ومنظماً ببنية فائقة . حسب  
معارفنا الحالية لم نزل هناك فجوة ، من وجهة نظر التاريخ التطوري ، بينها وبين مكونات الحياة ،  
المركبات البيولوجية المتصاعدة ، الناشئة بطريقة لا عضوية أي أننا لا نعرف الأشكال الوسيطة التي يجب  
أن تكون قد وحدثت بين هاتين المرحلتين من مراحل التطور يبدو أنها لم تترك أية آثار .

نظراً للظروف التي تحيط بالموضوع فإن هذه النتيجة ليست مفاجئة ، إذ أن الزمن الذي تواجهنا  
فيه هذه الكائنات الانتقالية يعود الى قبل حوالي ٤ مليارات سنة من الآن . لذلك لا عجب في أن يكون  
إيجاد آثارها صعباً ، هذا إن كان لم يزل لهذه الآثار أي وجود على الاطلاق . من ناحية اخرى تلقى هذه  
الفجوة لدى البعض حادثة خاصة إذ أن كثيراً من الناس لا يستطيعون مقاومة التعرض الى السقوط في  
خطأ النظر الى هذه الفجوة على أنها «الأعوبة» التي يكمن فيها التدخل فوق - الطبيعي ، لذي ، حسب  
رأيهم ، لم يكن شئو الحياة ممكناً بدونه .

من يريد أن يتمسك هذه الفجوة لا يستطيع أن ندحض له قناعته بالوقائع الملموسة لأننا لا نملك  
وقائع ملموسة عن هذه المرحلة الانتقالية . أي أن من يريد أن يتصلب على الرأي بأن قوتين الطبيعة قد  
العت ، تماماً في الزمن المطابق لهذه الفجوة ، كي تحل المكان لشئو الحياة ، فمن العسير تحويله عن هذه  
القناعة .

غير أن تاريخ الفكر البشري يعلمنا بواسطة عدد لا حصر له من الأمثلة كم هو خاطئ تحميل الإله  
العرير أو أية قوة ما - وراء - طبيعية مسؤولية سد الفجوات بهذه الطريقة . لقد تعرضنا في القسم الأول  
من هذا الكتاب الى بعض هذه الأمثلة . إن تاريخ الصراع المحزن الطويل بين اللاهوت وعلوم الطبيعة  
أضعف هبة نملي الكيسة بالدرجة الاولى لأهم تمسكوا بعناد ، يصعب تفهمه ، ونقرن طويته بهذا  
التكتيك .



كل من فسر العلماء طاهرة طبيعية ما تصدى هم اللاهوتيون بفهم . ولا بأس ، معكم حتى . يبدو أن الطاهرة الجبرية التي فسروها قائلة فعلاً للتفسير بطريقة منطقية علمية . ولكن انظروا كم هو كبير العالم ككل . إنكم لا تستطيعون أن تكبروا أنه يوجد عدد كبير من الطواهر والعلاقات التي لن نستطيع نحن البشر ، رغم كل التقدم العلمي تفسيرها أبداً ، لأن الكون ككل يفوق قدرة عقولنا على الاستيعاب لأنه يقوم في نهاية المطاف على سب ميتافيزيقي (ما وراء طبيعي) .

هذه الحجة صحيحة إلى حد معين وهو أن هذا الكون لا يمكن استيعابه كاملاً على الإطلاق من قبل كائن ليست قدراته العقلية على الاستيعاب سوى تعبير عن تكه المتخصص حصراً مع الشروط السائدة على حرم ساوي وحيد معين . لكن اللاهوتيين يقعون دائماً ، مراراً وتكراراً ، في الخطأ بأن يتمسكوا بطواهر معينة تقع في مجال الاختبار البشري العام مدعين أنها غير قابلة للتفسير ومقدمين ذلك على أنه رايهم على الحقيقة الإلهية . هذه الطريقة في الرهان لا تستطيع الصمود حتماً

لا شك أن جميع المستويات المعرفية مؤقتة وهذا يطبق أيضاً على الآراء حول التقدم الذي تستطيع العلوم تحقيقه مستقبلاً والذي ستحققه فعلاً . لذلك فإن من يتمسك بمدنيّاً بلا امكانية تفسير ظواهر طبيعية معينة عليه أن يتحمل المحاطرة بأن العلم سيقصمه مبكراً أو متأخراً . هذه هي التجربة المرة التي توجب على اللاهوتيين في القرون الأخيرة معاناتها المرة تلو المرة .

لم نغفهم كل المقاومة العيية التي أبدوها في شيء ، إذ أرغمهم إصرار العلماء وصمودهم على السجني عن حصونهم واحداً تلو الآخر . غير أن كل هذا لم كان شيئاً لولا أن اللاهوتيين كانوا في الماضي قد تمسكوا بهذه الطواهر المفسرة الآن وأعلوها على أنها رايهم على حضور الإله في العالم بدأت هذه الإبراقات اللاهوتية بالإدعاء أن السماء هي بكل المعنى الحرفي للكلمة المقر الذي يقوم فيه العرش الإلهي . كان يتنى هذه الأفكار عدد لا حصر له من اللاهوتيين والفلاسفة الذين كانوا يستخدمون «عجائب الطبيعة» غير القابلة للتفسير كرايهم على وجود الإله . هاك عدد لا حصر له من الأمثلة نذكر منها الشرة الصادرة عام ١٧١٣ بعنوان : «دلائل الطبيعة على وجود الإله» لمؤلفها فرانسوا فييلون اللاهوتي الفرنسي الليبرالي وعصو الأكاديمية الفرنسية

لم يكن فييلون يمل من توجيه نظار قرائه إلى غائية جميع ظواهر الطبيعة . إلى تحركات المحوم وما ينتج عنها من تتابع الليل والنهار ، إلى سيب الكائنات الحية التي تكيف مع شروط الحياة حتى أقصى تفاصيلها ودقائقها بصورة مذهلة ، إلى خصائص نعمة المطر كماء هائل من السماء وإلى مهارة الببائنات في التكيف مع تبدل الفصول وتتابعها . كل هذا بدا له عجيباً ومليئاً بالعر لأنه ، كما كان يرى ، ليس له تفسير طبيعي على الإطلاق . أليست هذه دلائل قاطعة على وجود الإله ؟ هل نستطيع أن نتصور معجرات أكثر إعجازاً ؟ هكذا كان فييلون يسأل قراءه دائماً ودائماً

لقد مر حتى الآن مائتان وخمسون عاماً على كتابه هذه الشرة . رغم ذلك فإن طريقتها في المحاورة لم تزل تبدو لكثيرين حتى اليوم على أنها معقولة رغم كل ما عان منها مثلوها وعلى الأحص اللاهوتيين منهم من تجارب سيئة خلال هذه الفترة من الزمن ، حيث أن علوم الطبيعة كشفت وفسرت كل هذه

المعائب واحدة تلو الأخرى . لقد بين الفلكيون أنه لا يوجد في السماء مكان نستطيع أن نتوقع وجود الإله فيه . أما الكيميائيون فقد بدأوا بتحضير مواد عضوية أكثر تعقيداً في مخابريهم . وأخيراً تمكن «التطوريون» وعلى رأسهم داروين من تفسير غائية التكيف الطبيعي للكائنات الحية مع الوسط الذي تعيش فيه بمساعدة قواعد بسيطة للاصطفاء الطبيعي الانتقائي والطفرة .

إن من يقتندي تحت هذه الظروف تلك الشخصيات المشهورة متابعاً تمسكه بأن المعجزة مرتبطة بما لا يفسر من قبل العلم وبأن البرهان على وجود الله يتأكد حصراً بهذا النوع من المعجزات ، كان ولم يزل يصطر باستمرار إلى التراجع ، لأن «معجزاته» تندحر واحدة تلو الأخرى أمام تقدم العلم الذي لا يتوقف بما أن الشخصيات الكنسية كانت تعلن باصرار أن كل معجزة من هذه المعجزات هي برهان على وجود الله فقد تولد حقاً الانطباع وكأن العلم قد جاء لكي «يطرده» الإله من العالم . بهذه الطريقة لفَّ اللاهوتيون أنفسهم حول أعناقهم الحبل الذي بدأ العلماء بشده الآن .

إنني لا أشك مطلقاً بأن التهمة المنسوبة اليوم إلى العلم على أنه معاد للدين تعود بقسمها الأكبر إلى الطريقة غير الموفقة التي انتهجتها الكنيسة في المحاججة . إن من يتبنى الفكرة التمسك بأن الإله لا يتواجد إلا في الحزء غير المفسر من العالم أو ، كما يدعى ، غير القابل للتفسير ، عليه أن يتلقى درساً من العلماء بأد القسم من العالم الذي تبقى للإله يضيّق عاماً بعد عام . انطلاقاً من هذه الطريقة في البرهان نشأ التعبير الحارح عن «أزمة السكن الإلهية» الذي ينسب إلى عالم الحيوان المعادي للكنيسة أرنست هاكل .

بقدر ما كانت حجج الكنيسة خاطئة فقد انتقلت العدوى إلى علماء الطبيعة حيث وقع كثيرون منهم خطأ مماثل ولكن في الاتجاه المعاكس إذ كانوا كلما أحرزوا تقدماً وكلما حصلوا على معرفة جديدة يتصاعل لديهم الاعتقاد بوجود إله أو بوجود حقيقة فوق طبيعية تختبئ خلف واجهة المراتبات . ألم يؤكد لهم اللاهوتيون بأن على المرء أن يعتقد بوجود الإله لأن عجائب الطبيعة تتجاوز حدود العقل البشري؟ ألم يشيروا حتى إلى ظواهر ملموسة معينة يؤكد عدم قولها للتفسير على وجود كائن فوق طبيعي؟ أما عندما نحصع جميع هذه الظواهر للتفسير العلمي التحليلي فينتج عن ذلك منطقياً أن وجود الإله لم يعد ضرورياً لتفسيرها «سيدي ، إنني لا أحتاج إلى هذه المرضية» ، هكذا أجاب العالم لابلان بكل فخر نابوليون عندما سأله لماذا لم يذكر الله مطلقاً في كتابه الشهير حول نشوء المنظومة الكوكبية .

تكمّن أهمية هذا الجواب في معناه المزدوج . لقد كان لابلان محقاً تماماً في قصده بأن بحث الظواهر الطبيعية سيكون لا علمياً وخاطئاً إذا اعتمد في تفسيرها على تدخل فوق طبيعي بدلاً من البحث بجلد عن الترابطات السببية التي تقوم عليها . أي طالما كان يريد أن يقول برده على نابوليون ، أن العلم يستطيع أن يمسر الظاهرة دون افتراض تدخل فوق طبيعي ، كان اعترازه محقاً ومشروعاً .

غير أن لابلان كان يعني بجوابه أكثر من ذلك ولهذا السبب نال هذا الجواب كل هذه الشهرة وطلت تنافله الأجيال حتى اليوم . كان يعتقد ، شأنه شأن معظم علماء عصره ، أن الكون بكامله قابل للتفسير ولذلك لم يعد يعتقد بوجود الإله . لقد نجح اللاهوتيون باقاعه واقتناع زملائه أن الواحد منها ينبغي الآخر (أي أن الدين ينفي العلم وبالعكس) .

لم يرن هذا الاستنتاج منشراً حتى اليوم عندما سئل قبل عدة سنوات بيتر ميدوار العالم  
الانكليزي الحائز على جائزة نوبل عما اذا كان يعتمد بوحود الإله أجاب بدون تردد «الطبع لا ، إنني  
عالم» إن السطحية الصارحة في هذه الخجة المقتضبة لا يمكن فهمها إلا عند الأحد بعين الاعتبار سوء  
التفاهم القديم لحاصل بين الفريقين والذي يقوم عليه مثل هذا الاستنتاج  
لا شك أن كل هذه الصفعات التي تلقاها اللاهوتيون هي نتيجة لمعالجتهم للأمور عبر أحيال  
وأحيال هذه الساطة المغرقة في السطحية مهما كانت هذه 'معالجة' قد حصلت انطلاقاً من إيمان صادق  
وبية حسنة فيها تبقى ليست خطئة وحسب بل في منتهى التعاسة ايضاً . لا يحتاج المرء لأن يكون لاهوتياً  
كبي يدرك كم هي عقيمة وعشيه الخجة التي تقوم على الادعاء بأن العالم ينقسم إلى قسمين أحدهما طبيعي  
والآخر فوق طبيعي وأن أحد الفاصل بينهما يتعلق بمستوى الذي بلغته العلوم الطبيعية في تلك اللحظة  
من التاريخ

إن من يرى انه يدافع عن عقيدته ضد العلم بأسحاه مع قضاغاته الدينية الى البقية التي لم تفسر من  
الكون فإنه يتبنى عملياً وجهة النظر بأن الإله لا شغل له إلا في هذا الجزء الذي لم يفسر بعد عندما  
اسمع مثل هذه الخجة من فم شخص متدين أحد فيها تحديداً عربياً لفهوم القدرة الإلهية الشاملة . لماذا  
نحب ان يكون ما يتمكن عقلمنا من ادراكه موحوداً خارج الخليفة؟

ألسنا نواجه ثانية حواء التمركر الأساسي الذي يدفع البعض هـا إلى اعتناز الحدود بين الجزء  
الديوي من الكون وبين الجزء الذي يوصف على انه مختلف عنه جوهرياً والواقع في محال ما وراء  
الطسعة ، متطابقة مع حدود قدرة ادمعنا على الادراك ؟ يجب ان برك الأمر حراً لكل شخص لأن يرى أو  
لا يرى ضرورة لافتراض سبب ننكون مع خارج نطاق عالم الاحساس وان يطبق على هذا السبب التسمية  
التي يتناؤها وأن يستخلص من فواره هذا ما يشاء ايضاً لكن من يفترض مرة مثل هذا السبب عليه ان  
يطلق من انه ينطق على كامل الكون بعض النظر عن حجم المحال الذي يتمكن الدماغ الشرقي عند  
مستواه الحالي في هذه المرحلة من التطور من استيعابه

من النديبي ان المقصود لم يكن كذلك في الأصل بل ان كل هذا قد حصل ، كما قلنا ، لأن بعض  
اللاهوتيين قد سطحووا وسطحووا الأمر في المناصي إلى أعد الحدود ، لأنهم لم يجاؤوا اقنع الشرية . اني بدأ  
بماها يتزعزع ، سلاعتاد بالله والايام بوحوده بل جاونو لرهان عليه كانت السانع نائسة ومحرمة لم  
يرن أنصار وحصوم الدين حتى اليوم ينحاون عند مناقشة المواضيع الدينية إلى العلم كشاهد على صحة  
أقوالهم . اسأري انه ليس لأي من الطرفين أدنى الحق بذلك . على المتدينين أولاً أن لا يزعموا بمقدار  
شعره واحدة اذا ما حصل التقدم العلمي ضمن الخليفة . وإلا أين سيحصل ؟ اذا كان الخالق الذي  
تحدث عنه الأديان موحوداً فإن وعوده لا يمكن ان يثائر بمستوى الذي بلغته علوم الأحياء على الأرض في  
هذه اللحظة من التاريخ

من اسحية لتأنيه اذا كتب لأحد العمياء وسهه نصر الخدية فإن هد حق صيبي له مشروع ، لأن  
ما من أحد يمتلك ما يستطيع نقضه أما عندما يعتقد هذا العالم انه يستطيع ان يعلل ناعته بالوسائل

العلمية - ولو مهما تعددت جوائز بول التي يحملها - فإنه سيفقد ببساطة ضخمة للخطأ الفكري الذي تحداه<sup>١٠</sup> عنه .

على من يعتقد ان لديه إحساساً بوجود سر خلف المعجزة ، التي تعاني منها معرفنا بخصوص الأشكال الحياتية الأرضية الأولى ، ان يأخذ كل ما ذكرناه بعين الاعتبار . إن العلم لم يبلغ اليوم بأي حال من الأحوال مهاتنه القصوى بعد . عندما نضع في اعتبارنا انه لم يمض على بداية التاريخ البشري المتواصل سوى عدة الاف من السنين وان الطريقة العلمية في التفكير لم تبدأ إلا في القرون الأخيرة من هذا التاريخ ، عندئذ نستطيع أن نتنبأ الرأي بأن العلم وبالتالي معارفنا حول أنفسنا وحول العالم المحيط بنا لم ترل اليوم في بداياتها الأولى . لذلك من الطبيعي ان تكون معارفنا ناقصة وملينة بالمعجوات على ضوء ذلك لا نستطيع بالطبع منع أحد من أن يسد هذه المعجوات في مخيلته بتكهنات تتطابق مع رأيه المسبق وتؤكد ظاهرياً أحكامه المسبقة . أما من يطر إلى تاريخ العلم حتى مستواه الحالي متحرر من أية أحكام مسبقة ، كما فعلنا في الصفحات السابقة من هذا الكتاب ، فإنه سيقضي نفسه من السقوط في هذا المنزلق . من الساحة الأخرى فإن نفينا للنقطة المطروحة هنا للمناقشة ليس مطلقاً ، ادورها كانت علومنا فتية فإنها قد قدمت لنا فعلاً المعلومات الأولى حول هذه المرحلة القابعة في ضباب الماضي السحيق والتي انتقلت فيها المادة من الحالة اللاحية الى الحالة الحية . في هذا العالم لا يضيغ أي شيء . ما من شيء حصل في أي وقت من الأوقات إلا وترك بعد انقضاءه أثراً ما تدل عليه . والمطلوب هو فقط كشف وإيجاد هذه الآثار وتعلم طريقة قراءتها. ومما لا شك فيه ان العلم قد تقدم في هذا المجال في الاوقات الأخيرة بضع خطوات مذهلة .

هكذا اكتشف العلماء في السنين الأخيرة الآثار الأولى لتطور الحياة الميكرو قبل ثلاثة ومئتين سنة . علاوة على ذلك فقد نجحوا في أن يشتقوا من هذه الآثار المعلومات الأولى التي تبين كيف سارت الأمور في هذه الخطوة الهامة من التطور . ان الصدى الأول الذي بدأنا سماعه بفصل هذه الدراسات الحديثة حول ذلك الماضي البعيد هو جدال عارم لا رحمة فيه . أما التكنيك الذي استخدمه العلماء لالتقاط هذا الصدى فإنه مذهل ، لكن ما يبعث أكثر على الدهول هو المكان الذي اكتشف فيه هذا الأثر . إنه الانسان ذاته . كل ما ، وكذلك جميع الكائنات الحية الموجودة اليوم ، بدون استثناء ، يحمل في داخله آثار ما حصل على الأرض آنذاك قبل حوالي ٤ مليار سنة .

\* \* \*



## ٧. الجزينات الحية

يوجد في مقاطعة ماري لاند على الساحل الأمريكي الشرقي بلدة صغيرة تحمل اسماً جيلاً هو سيلفر سبرنغ . هناك تقيم مارغريت دايهوف ، في الخمسين من العمر ، متزوجة من فيزيائي وأم لابنتين يافعتين . من يلتقي مع هذه السيدة لقاء سطحياً قد يتأثر بجذائيتها كأ م مترنة لكنه لن يخطر بباله أن من تقف أمامه هي واحدة من أكثر العالمات الأمريكيات عمقاً وأصاله . السيدة دايهوف هي أستاذة في الكيمياء العضوية ورئيسة لقسم بحوث الطب البيولوجي في المعهد الوطني المرموق التابع لمركز العلوم الأمريكي نيتسدا .

من يزور المخبر الذي تعمل فيه السيدة دايهوف يجد أمامه تجهيزات غير اعتيادية . لا هي ولا مساعدوها يستخدمون أنابيب التفاعل اللازمة عادة لكل مخبر . لا يوجد في مخابر قسم الكيمياء العضوية الذي تديره السيدة دايهوف أية مواد كيميائية ولا أية مستحضرات بيولوجية . أدوات العمل الوحيدة التي يستخدمها فريقها هي حاسب الكتروني حديث عالي الاستطاعة ومجموعات من الآلات الحاسبة الإضافية . إن الجو غير الاعتيادي لهذا المخبر البيولوجي غير الاعتيادي هو نتيجة لخاطرة مثيرة لرئيسه . لا تقوم السيدة دايهوف بدراسة الكائنات الحية وإنما بدراسة التمثل العضوي لأحياء الأرض الأولى المقرصة منذ زمن بعيد .

قد يبدو هذا الموضوع للوهلة الأولى خيالياً لكن ما قلناه هو الحقيقة ويجب أن يفهم بالمعنى الحرفي للكلمة . لقد نقلت الحواسيب الالكترونية الحديثة هذه المهمة التي كانت تعتبر قبل بضع سنوات طوباوية إلى مجال البحث العلمي الحاد . كانت المقدمة الوحيدة لهذا العمل هي الخاطرة الخلاقة باستخدام الحواسيب الالكترونية والاستفادة من سرعتها الحسابية التي تفوق جميع المقاييس الشرية لتحقيق هذا الهدف . حصلت السيدة دايهوف على هذه الخاطرة قبل بضع سنوات وهي تعمل منذئذ مع بعض

لمساعدتين سحلت في هذه المهمة الخريشة وقد حففت فعلاً بعض لنجاح ، حيث أن الاحصائيين في جميع أنحاء العالم أخذوا يتابعون نتائجها باهتمام متزايد

يقوم حل هذه 'الأحجية على 'التحليل المتتالي لأحسام بروتينية نوعية' . لا شك أن مثل هذا 'التحليل يتطلب في المحر الكيميائي أيضاً كفاءة علمية وفيه عالية ، لكن فهم المدد' الذي يقوم عليه بسيط للغاية . نستطيع لهذا الغرض أن نطلق من مفهوم نعرفها عليه سابقاً وهو 'عطالة التفاعل' الموحدة لدى أغلب العمليات الكيميائية

لا شك أن هذه العطالة التفاعلية هي من حسن حظنا لأن عالمنا بدونها ما كان يستطيع البقاء متناسكاً لو كان الصدأ يبحر الحديد خلال ثوان وكان الأوكسجين يتحد مع الهيدروجين في كل الأحوال وبدون مددنا بالطاقة ، ولو كانت العناصر الكيميائية والجزيئات الموحدة تتفاعل مع بعضها البعض في كل لحظة بدون أية عوائق ، نعمت سطح الأرض الموصى الكيميائية الشاملة لا تستطيع تحت مثل هذه الشروط أية نية أو أية منظومة من الاستمرار على العكس من ذلك لو سيطر الخمول التفاعلي الكامل أي لو تألف العالم من 'العناصر الكريمة' فقط لكان عالماً لا يحصى للتعبيرات ولا يمتلك القدرة على التطور

نستطيع عند هذه النقطة من التسلسل الفكري الذي نقوم بعرضه أن نلاحظ أن الاستعداد 'المتوسط' للتفاعل الموحود لدى معظم العناصر والجزيئات هو إحدى المقدمات الأساسية التي تقوم عليها حياتنا . لولا قدرة العناصر المختلفة على التأثير والتأثر والاتحاد مع بعضها البعض لما حصل أبداً التطور الذي يعتبر نحن البشر إحدى نتائجه . بالمقابل فإن حداً أعلى للسرعة التي تحصل فيها هذه التفاعلات لا بد منه كي تتمكن مركبات من الشئ والاستمرار رماً كافياً لكي تشكل نقطة انطلاق الخطوة التالية

غير أن سرعة التفاعل 'المتوسطة' هي مفهوم نسبي . إننا لا نمتلك أي مقياس موضوعي يمكننا ، بعض النظر عن مدلول هذه السرعة بالنسبة لنا ذاتاً وبالنسبة لاستقرار عالماً ، من الحكم على السرعة بأنها 'عالية' أو 'منخفضة' . إننا نحكم ذاتها على سرعة الحدث قياساً إلى 'الفترة الحياتية' التي فطرنا عليها

تقضي الثانية بالنسبة لنا سرعة لأن حياتنا ، إذا بلغنا 'العمر الانجيلي' ، تحتوي على حوالي ٢,٥ مليار من مثل هذه الثانية . أما المليون عام فهي 'طويلة' بالنسبة لنا لأن عمرنا لا يتجاوز واحد إلى عشرة آلاف من هذه المدة . لكي عمرنا متعلق بدوره أيضاً بالسرعة المحددة بحكم قوانين الطبيعة لتشكل وتفكك وتعويض الروابط الكيميائية التي يقوم عليها وجودنا ذاته .

على هذا الأساس فإن السرعة الوسطية التي تتفاعل فيها العناصر والروابط الكيميائية مع بعضها البعض ليست المقياس النموذجي لسرعة جميع التطور في العالم وحسب بل المعيار لما يبدو لنا على أنه 'سريع' أو 'بطيء' . إننا لا نعرف لماذا تحصل التفاعلات الكيميائية بهذه السرعة بالتحديد وبالضبط وليس بسرعة أخرى . لكن السرعة التي تحصل فيها هذه التفاعلات هي المقياس الدني لكل الزمن البيولوجي وبالتالي لأعمارنا ذاتها

أما الآن فلنعد إلى موضوعنا الأصلي . لقد اعتدنا على أقل مما قد يبدو للبعض إن علاقة الترابط

الالزامي بين الهدف بأن يمح العصور الحي في محرى التطور على الأقل استمرارية معينة دنيا وبين سرعة التفاعل الكيميائي المفروضة مسبقاً بصع الطبيعة أمام مشكلة ناقض ظاهري . إن مسألة الاستمرارية ، أي العمر السبي للكائن الفرد ، تؤهله لانتاج عضوية يجب أن يكون عمرها الإجمالي ، مع مراعاة الفروق بين الأنواع المختلفة ، قصيراً نسبياً ، «قصيراً» بالنسبة لسرعة التحولات الكيميائية .

لكن على الجانب الآخر يحتاج العصور الحي لكي يتمكن من عبور زمن عمره القصير إلى تفاعلات كيميائية شديدة التعقيد لا حصر لها في التنوع والكم ، التي تشكل بمحملها تمثله العضوي والتي عليها دورها أن تتم - بالنسبة لعمره - سرعة هائلة في هذه الحالة فقط تتأمن المرونة الحركية للعضو الحي وتكيفه المتواصل مع شروط الوسط المتغيرة ومده باستمرار بالطاقة اللازمة من مصادر الطاقة المختلفة المحيطة به .

لهذه الأسباب يتوجب على الطبيعة لكي تنج عصوراً وتحافظ عليه حياً أن تعمل في نفس الوقت بمقاييس رمييين مختلفين تماماً عليها أولاً أن تجعل المكونات الأساسية للنس الحية تعيش فترة كافية مستمرة لكي يتوفر لدى الكائن الحي الرمن اللازم للنمو والنضج ولكي يستطيع ، إن أمكن ، اكتساب الحرة والتكاثر . لولا هذه الوظيفة لتوقف التطور . أما من الناحية الثانية ولتحقيق هذه الوظيفة يجب أن تحصل في الكائن الحي ذاته عمليات كيميائية تفوق سرعتها سرعة التغير الكيميائي «الاعتيادي» بملايين المرات .

لقد سبق ورأينا في مثال مدرس الكيمياء ، الذي يسخر أبواب الاختبار كي يمكن تلاميذه من متاعنة عملية حصول التفاعل ، إن تسريع التفاعل الكيميائي ممكن مدنياً . تقف الطبيعة بالمقابل أمام مهمه احداث التبدلات الكيميائية في الخلية الحية بسرعة أكبر بكثير ضمن حرارة ثابتة هي حرارة الجسم وفي وسط حيادي «مناسب للتسج» ، أي أن العمل بمواد معادية كالحموض والأسس مثلاً يجعل العملية عبر ممكنة

هناك أرقام مذهلة تبين كيف تمكنت الطبيعة من تمييز هذه المهمة . لقد أصبح ممكناً في السنين الأخيرة قياس السرعات التي تحصل فيها التبدلات الكيميائية العضوية في الخلية . حصل الكيميائي الألماني مانريد أيفر في عام ١٩٦٧ على جائزة نوبل تقديراً له على هذا الإنجاز . لقد فاجأت الأرقام المقاسة من قبله حتى المحتصر من العلماء ، إذ أن هناك تفاعلات ذات أهمية سولوحة فائقة تحصل خلال واحد من مائة ألف من الثانية . هذا يعني أن هذه التفاعلات تحصل في الخلية أسرع مليون ، أو حتى مليار ، مرة مما يجب أن يكون في الحالة «الاعتيادية» .

إن تسريع التفاعلات الكيميائية إلى هذا المقدار يقع خارج امكانات علم الكيمياء الحالي على الرغم من أن طرقها قد اكتشفت حتى حدود ما هو قابل للتصور . لقد طورت الطبيعة قل ٤ مليار سنة طريقة تقنية لحل هذه المسألة الذي بدورها لقي نشوء الحياة غير ممكن . كانت المادة التي استخدمتها الطبيعة للوصول إلى الحل هي ما يسمى «الأنزيمات» والأنزيمات هي أحسام آحينية تركيب محدد تماماً وهي تعمل كـ «محركات» . يقصد الكيميائيون بهذا التعبير تلك المواد الكيميائية التي لديها القدرة على إحداث



التفاعل الكيميائي أو على تسريعه دون أن تدخل هي ذاتها في الروابط الجديدة الناشئة تؤثر المحرصات ، التي منها مثلاً الإنزيمات ، (يوجد أيضاً محرصات غير عضوية) بمجرد توأحدها أما هي ذاتها فلا تتغير ولا تُستهلك . مجرد حضورها يكفي لإحداث تفاعل ، حلال جزء من عشرة آلاف من الثانية ، ما كان ليحصل ضمن الظروف العادية بأي حال من الأحوال . هناك حاجة أخرى مذهلة لهذه المحرصات الكيميائية ، أو لهؤلاء «الوسطاء» هي أن الكمية من هذه الأنزيمات اللازمة لإحداث تفاعل معين ضئيلة بصورة لا يتصورها العقل في الخلية تكفي عادة بصع حزيئات .

مهما بدت هذه الخواص مذهلة فإنها لم تعد مند بضع سنوات مهمة . لقد وصلت علومها الكيميائية اليوم إلى مستوى أصبحنا معه نعرف كيف يحقق الأنزيم هذه الانجازات المدهشة دون أن يستهلك ذاته . نحصل العملية بأن يرتبط جزيء من الإنزيم للحظة قصيرة جداً مع حريء من المادة المتوحد تفاعلها . لقد سبق وذكرنا أن الروابط الكيميائية بين المواد المختلفة تحصل بالاتحاد الكهربائي للفضور الالكترونية لأغلفة الدرات أو الجزئيات المشاركة . على هذا الأساس يتعلق الاستعداد وبالتالي السرعة التي يحصل فيها هذا الاتحاد ببساطة بمدى تطابق وتلازم حالات الشحن الكهربائي في أغلفة درات مادتي التفاعل مع بعضها البعض

بذلك يكمن كامل سر تأثير الأنزيم في أنه يغير الحالة الكهربائية في غلاف مادة التفاعل ، إذ أن حالته الكهربائية هو بالذات مكونة بشكل أنه يؤثر على حالة غلاف مادة التفاعل ويضعها تماماً في الحالة التي تناسب الاستعداد العيزيائي أو الكيميائي الأمثل للتفاعل . يحصل كل هذا بالسرعة التي نحصل فيها العمليات الكهربائية أو تغيرات الشحن الكهربائي وهي مبدئياً سرعة الضوء

هذا يعني ، في الأبعاد الصغيرة التي تدخل هنا على المستوى الجزيئي في العملية ، إن الشحن الكهربائي في غلاف مادة التفاعل يتغير خلال واحد من مليون من الثانية فور ما يرتبط بها الأنزيم لكن مد هذه اللحظة تصح مادة التفاعل على درجة من الاستعداد للاتحاد تطابق الحالة القصوى الممكنة ، وفق قوانين الطبيعة ، بالنسبة لها على الإطلاق . ساء على ذلك وحلال جزء من مائة ألف من الثانية يحصل ، في حال وجود الشريك المناسب للتفاعل ، الاتحاد بين المادتين المشاركتين . غير أن لهذا الاتحاد نتيحة أخرى على درجة عالية من الدهاء وهي أن جزيئة الأنزيم تفقد مكانها على غلاف الجزيئة الجديدة التي صنعها هي نفسها وتصبح زائدة . لذلك تفصل عن غلافها دون أن يحصل عليها أي تغيير وتنصح جاهرة فورا لإعادة نفس العملية ونفس السرعة مع مادة تفاعل جديدة

تشكل التفاعلات «المحرصة انرجياً» بهذه الطريقة الأساس الذي يقوم عليه التمثل العضوي ، أي محمل العمليات التي تقوم عليها «الحياة» . إنها تمكّن من قيام الحالة المتناقضة ظاهرياً ، التي يكتسب فيها الكاش الحي المؤلف من مكونات كيميائية استقراراً (مؤقتاً) على الرغم من أن تفاعلات كيميائية متواصلة ومتتاعة تحصل بسرعة هائلة بيه ويرر محيطه من جهة وفي داخله ذاته من جهة أخرى .

عندما نريد أن نفهم كيف تسير الأمور في داخل كائن حي ، وليكن حسبما داته مثلاً ، بدأ عادة بدراسة وظائف أحرائه أو «الاعضاء» وعلاقتها ببعضها البعض ندرس الكيفية التي تتمكّن الرئة

بواسطتها عن طريق التنفس من تزويد الشعيرات الدموية المنتشرة فيها بالهواء الجديد مرة تلو المرة وباستمرار . نستطيع بالبحوث الكيميائية أن نتأكد أن الدم المتدفق من الأمعاء الدقيقة إلى الكبد يحمل المواد الغذائية التي يعالجها الكبد كيميائياً ويخلصها من بواتج الهدم الضارة . ونكتشف أخيراً أن النظام الوظيفي لكل هذه الأجزاء وتعاونها المسجم يتحقق عن طريق القيادة المركزية للدماغ الذي يوفق بين جميع الوظائف المنفردة ويوحدها في كل متوافق نحو الخارج والداخل بواسطة التهيج العصبي المنقول كهربائياً وبواسطة مواد كيميائية لنقل المعلومات تسمى الهرمونات .

كانت هذه أيضاً في تاريخ الطب والبيولوجيا المرحلة الأولى من الفهم . غير أنه لم يمر زمن طويل حتى لاحظ الناس أنهم لم يحققوا كثيراً من المعرفة بما كشفوه على هذا المستوى . كيف يتنقل الأوكسجين من الهواء إلى الدم الذي يوزعه في جميع أنحاء الجسم ؟ ماذا يحصل فعلاً في الكبد ، ماذا نعني بشكل ملموس عندما نقول إن الكبد يخلص الغذاء من النفايات ؟ كيف يعمل الدماغ وكيف يبلغ التهيجات العصبية إلى جميع مناطق الجسم ؟ من أية نقاط تنطلق هذه الأوامر المختلفة التي يسيطر بواسطتها هذا العضو القائد على وظائف جميع الأعضاء محققاً الانسجام بينها ؟

اكتشف البيولوجيون عند متابعتهم لهذه الأسئلة بواسطة المجاهر خلف الأشكال المرئية الدقائق على مستوى الخلية التي لا ترى بالعين المجردة . تبين أن جميع الأعضاء وجميع النسيج تتألف من خلايا مجهرية صغيرة . لكن أهم اكتشاف كان يكمن في أن كل عضو يتألف من خلايا ذات نوعية خاصة متميزة لا تقبل التبدل ، حيث أن عينة صغيرة جداً ، عملياً حلية واحدة ، تكفي لكي يعرف المختص ما إذا كان ما يدرسه هو قطعة من الكبد أو عينة من الرئة أو حلية من الدماغ مثلاً .

غير أن هذا أدى إلى استنتاج مُرضٍ إلى أقصى درجات الرضى وهو أن لخلايا الأعضاء المختلفة أشكالاً مختلفة ومظهراً متميزاً مختلفاً لأن على كل منها أن تؤدي وظيفة تختلف تماماً عن وظيفة الأخرى . لقد توغل العلماء باكتشافهم الخلية إلى الأبعاد المختبئة خلف الواجهة المرئية للأعضاء (والاستوى الخلوي) ، الأمر الذي مكّنه ليس من إدراك الوظائف التي تقوم بها الأعضاء المعنية وحسب بل وفوق ذلك من إدراك الكيفية التي تتم فيها هذه الوظائف .

بذلك انفتح أمام أعين علماء البيولوجيا المدهشين عالم واسع جديد . لقد شاهدوا كيف تتلامس الخلايا الدموية المتحركة في الشعيرات الدموية الدقيقة المنتشرة على سطح الرئة الخارجي مع الغشاء الرئوي الرقيق الذي يعبر سطحه من الجانب الآخر هواء الشهيق الذي يحتوي الأوكسجين . شاهدوا في مجاهرهم كيف تنقلص الخلايا العضلية وكيف أن آلاف وآلاف من هذه الخلايا تصطف بجانب بعضها البعض في صفوف متوازية تماماً لكي تتعاون على تنفيذ الأمر الذي وصلها من العصب الممتد عبرها . شاهدوا كيف تنظم خلايا الكبد على شكل مصافي غذية أنبوية تصب الأوعية الدموية في نهاياتها الخارجية المواد الغذائية بينما تقوم القناة الغذائية في الوسط بفصل الشوائب الناتجة عن التصفية وإعادتها عن طريق

المرارة إلى الأمعاء ثانية واكتشفوا للخلايا العصبية أدراجاً يبلغ طولها حتى نصف متر تستطيع أن تصل إلى كل نقطة من نقاط الجسم وتجري فيها الإشارات الكهربائية التي ترسلها «المراكز لحية» .

قدمت هذه الاكتشافات على هذه المستويات الجديدة للعلماء فهماً حديداً تماماً لما هي «الحياة» . عدد الطرعر المحاهر تبين لهم أن حياة الكائنات المريئة من بشر وحيوانات ونباتات هي محصلة لتعاون عشرات لا بل مئات مليارات الخلايا المنفردة غير المريئة التي تخصصت في وظائفها تخصصاً عالياً لدرجة أن أي منها لم تعد قادرة على الحياة منفردة أصبحت المهمة الجديدة للعلماء الآن هي فهم وظائف الخلايا المنفردة وطريقة تعاونها لأن المجال المريئي من العالم لم يقدم تفسيراً للحياة بدا لهم أذاك أن من يستطيع أن يعرف لماذا وتأثير أية عوامل تمكنت هذه الخلايا للاحصصر لها ، والتي تولدت جميعها لدى كل كائن حي مفرد من حلية واحدة (بويضة) ملقحة ، من أن تتطور تطوراً هادفاً إلى كثير من الأنواع المختلفة من الخلايا العالية التخصص الوظيفي ، من يستطيع تفسير كل ذلك يكون قد ملك سر الحياة .

لم ترل مسألة التنوع الخلوي هذه بدون حل حتى اليوم لكن علماء البيولوجيا اكتشفوا أن سر الحياة لا يمكن تفسيره على المستوى الخلوي أيضاً إذا كانت دراسة الخلية تكفي لفهم وظيفة النضو فإن هذا لا يعي البتة أننا نكون بذلك قد بلعنا نهاية المطاف لجميع التساؤلات إذ كيف تعمل الخلية ذاتها؟ كيف تجز مهامها وما هي العوامل التي تنظم وظائفها المتعددة في كل واحد مسجهم ؟

اكتشف العلماء أن عليهم أن يعوضوا إلى أعماق أبعد ، إلى ما تحت المستوى الخلوي ، الذي هو نفسه لا يُرى إلا بالمحاهر ، إذا أرادوا أن يجدوا أحوبة لهذه التساؤلات . كانت هذه الفكرة هي بداية ما يسمى اليوم «البيولوجيا الحزريئة» كانت الشريحة التالية الأعمق التي أمل العلماء أن يتفوها بواسطتها على الأساس ، الذي يقوم عليه وجود الخلية المنفردة وعلى الكيفية التي تؤدي فيها وظيفتها ، هي الحزريئة . هنا في هذا المحال الواقع بعيداً تحت مستوى الخلية يجب أن تحصل جميع العمليات التي تقوم عليها جميع أنواع الحياة بكل ما لهذه الكلمة من معنى بما أننا لا نعرف حتى اليوم أي شيء حول الشريحة الواقعة تحت هذا المستوى فإنه سيكون مشروعاً أن نفترض بأن جميع المسائل والتساؤلات المتعلقة بالحياة ستكون في هذا المستوى قابلة للصياغة شكلها النهائي والأحبر

لم نزل «البيولوجيا على المستوى الجزيئي» أو «البيولوجيا الحزريئة» اليوم في بداياتها لكن خطواتها الأولى قدمت لنا أفكاراً انقلابية وهذه أيضاً هي إشارة إلى أن البحوث البيولوجية هنا قد بلغت فعلاً المستوى الأحبر الأساسي حقاً لكل أنواع الحياة . بالإضافة إلى اكتشاف الشيمرة الوراثة («فريس» مخطط ساء الكائن الحي وحصانته الموروثة في حزريئات محددة «جينات» أو «مورثات»] في بواة الخلية) ، ثم أيضاً كشف طريقة عمل الانزيمات .

إننا لا نعرف اليوم أين يكمن سر «التفاعل المنحرض أرميياً» وحسب بل نعرف في عدد من الحالات تركيب الأنزيم ونعرف تلك الخصائص المتميزة في تركيبه التي تمسحه قدرته التحريضية . بلينا أن معالج

هذا الموضوع يتمصيل أكثر دقة سوف نتعرف عندئذ ليس فقط على الخط الأقصى الذي بلغته بحوث الحياة حتى اليوم ، بل سختبر أيضاً ، كما سبق وقلنا ، بصورة غير مباشرة شيئاً عن نشوء الحياة ، شيئاً عما حصل آنذاك على الأرض قبل زمن لا يستطيع تصوره ، قبل ٤ مليار سنة .

سستطيع بعدئذ ليس فقط فهم كيف أن السيدة دايهوف تمكنت بمساعدة أجهزتها الحاسبة من معرفة شيء عن التمثل العضوي لأنواع من الحيوانات المنقرضة بل سنصادف إمكانية تبدو خيالية لكنها قد تصبح حقيقة مؤكدة في المستقبل البعيد وهي أننا قد نتمكن في مخبرنا من تحضير حيوانات العالم الأولى ، الديباصورات ، والطيور الأسطورية الأولى ولربما أيضاً أسلافنا البرمائية ونتمكن بذلك من إجراء الدراسات التحريية المباشرة على التاريخ البدني للحياة الأرضية .



## ٨ . الخلية الأولى ومخطط بنائها

ليست الأنزيمات ، شأنها شأن جميع الأجسام الأحيائية الأخرى ، سوى جزئيات سلسلية من الحموض الأمينية . أما الحموض الأمينية التي تمثل الحلقات المفردة لمثل هذه الجزئيات السلسلية فهي بدورها على شكل سلاسل قصيرة . لكن الحلقات الحمض - أمينية في جزيئة الأنزيم ليست مصطفة طولياً بحاب بعضها البعض وإنما «مشكوك» عرضياً بحيث تنتصب نهاياتها دائرياً في جميع الاتجاهات كشمع المرشاة التي تستعمل في تنظيف القوارير . وبما أن النهايات هي نهايات لحموض أمينية مختلفة فإن أعينتها تكون تبعاً لذلك ذات شحنات كهربائية مختلفة . غير أن الشحنات الكهربائية المختلفة إما أن تتنافر أو تتحداد

تؤدي هذه القوى الكهربائية الدافعة والجاذبة الموزعة بصورة غير منتظمة على كامل طول السلسلة الإبريمية إلى جعل الإنزيم لا يمتد كخيوط نظيف وإنما يتعرج كككة الخيطان التي تبدو وكأنها مشربة . هذه الطريقة من التعرج تقرب فجأة من بعضها البعض حموض أمينية محددة تماماً كانت مواقعها في الحبل الحريفي في الأصل متاعدة . لهذا التكبد نتيجة ذات أهمية حاسمة بالنسبة لتأثير الإنزيم ، لأن الحموض الأمينية المقترنة من بعضها بهذه الطريقة تشكل ما يشبه «كلمة التعارف» أو «كلمة السر» للجزيئة الانزيمية أو «مركزها النشط»

أية حموض أمينية من أصل العشريين حمضاً التي تتعامل معها الطبيعة تشكل المركز النشط للأنزيم وبأي تسلسل تنتظم هناك ؟ جواب هذا السؤال يحدد «الخاصية النوعية» أو «اختصاص» الإنزيم ، أي يحدد مع أية مواد يستطيع أن يرتبط وأية تفاعلات كيميائية يجرى مع هذه المواد . لقد ذكرنا حتى الآن فقط أن الأنزيم يستطيع أن يسرع التفاعل الكيميائي تسريعاً عالياً . نضيف الآن إلى هذه المهمة المدهشة مهمة بيولوجية أخرى لا تقل عنها أهمية تتعلق بالخاصية النوعية أي باختصاص كل أنزيم . يختلف تركيب المراكز النشطة للإنزيمات اختلافاً كلياً من حالة إلى أخرى . ويمكننا لغرض الإيضاح تشبيهها بالاختلافات

الموجوده من أساس مفاتيح الأمن المعقدة المحلقة كل مفتاح من هذه المفاتيح يناسب حصراً قفلاً واحداً فقط لا يمكن فتحه إلا به . أما الأربيمات فهي مفاتيح التمثيل العضوي ، إذ يؤثر كل واحد منها على مادة تتفاعل واحدة محددة تماماً ويحطو معها خطوة كيميائية وحيدة محددة تماماً أيضاً

يوجد أربيمات لا عمل لها التي سوى نقل الأوكسجين هناك أربيمات أخرى تؤمن ترابط هومو أمينية محددة تماماً تتسلسل محدد تماماً أيضاً (وتؤدي بذلك إلى شواء أحسام حيوية معينة) هناك أربيمات تساعد على تشكيل حريثات احموص النووية وعبره تقوم بنقل الهيدروجين أو مجموعة كاملة من الميثيل  $CH_3$  ويوجد أربيمات أخرى تساعد على اشتراط حريثات الشا أو على تغيير الكتل العنصرية لحريثات أخرى بطريقة محددة تماماً ودات أهمية بيولوجية فائقة

ما لا شك فيه أن لهذا النوع في الاختصاصات ، الذي يؤدي إلى وجود أربيم خاص لكل تفاعل بيولوجي بسيط هو وحده تحريصه وبالتالي يحدث التعبير الكيميائي على مادة تتفاعل واحدة محددة ، سواء قفلاً لاكتشف بسهولة لا يحتاج إلا أن يفكر قليلاً بالطرف البيولوجي للموضوع الذي يتوحد على الأربيمات تفيد مهمتها فيه . عالياً أن عدم أن قطر الحلية المبردة لا يبرد وسطياً عن واحد عشر من المليمتر في هذا الحجم الضئيل يجب أن تحصل في كل ثانية مئات وآلاف التفاعلات الكيميائية بحاب بعضها البعض دون أن يصابق أي منها الآخر

ينم تفكيك سكر العنب والعودة به إلى حمض اللب ، حيث ينحدر جزء من الطاقة التي تنحدر من عضلاتنا عملها ، في ما لا يقل عن إحدى عشرة خطوة كيميائية متتالية مختلفة ، وتحصل كل خطوة من هذه الخطوات بتأثير أربيم خاص معين لا شك أن ما تصرفه الطبيعة هنا كبير جداً ، لكن ما هي الامكانيات الأخرى المعقولة التي تتيح حصول مثل هذا العدد الكبير من العمليات الكيميائية المعقدة في وقت واحد بطريقة منظمه في هذا المكان الضيق ؟

يعرف البيولوجيون اليوم أكثر من ١٠٠٠ أربيم وجميعها سلاسل مكونة دائماً من سكر الحموص الأمينية العشرين الشيء الوحيد الذي يعرفها عن بعضها هو التسلسل الذي تصطف بحجه الحموص الأمينية العشرين مشكلة سلسلة الحريثات الانزيمية . غير أن هذا التسلسل للحموص الأمينية محدد ، سواء على ترتيب الشحنات الكهربائية السالبة عند ، بدقة فيزيائية الطريقة التي تتعرج فيها اديئة السلسلية مشكلة الكبة . نكر هذا بدوره يحدد أية هومو أمينية من اجل الطويل تتعاون لتشكيل مركز الحريثة الشط (يحدد الشكل الذي تتحدده أساس كل مفتاح من مفاتيح التمثيل العضوي) . سببه هذه العلاقة يحدد محدد التسلسل ، الذي تشكل فيه حلقات الانزيم احموص - أمينية ، الموقع والطريقة التي يتدخل فيها الأربيم في عملية التمثيل العضوي للحلية .

لذلك يقول البيولوجيون أن التأثير النوعي (الاحتصاصي) للانزيم يكون مشفراً (مرمراً) في التسلسل الذي تتحدده الحموص الأمينية المركب منها . يستطيع ان يعرف عن نفس المصنوع بولاً ، إن الحريثة الانزيمية «عن المعلومات» ، التي تستطيع بموجبها ان تحدد نوع الناقور والمادة المنجذب احداث التأثير عليها ، في صبغة اصطفااف للحموص الأمينية محدد بدقة تامة .

المستوى الجزيئي هو مجال يقع بعيداً في العمق تحت ظواهر العالم المرئي ولم يمر زمن طويل بعد على تعرفنا على حقيقته . ان الشروط السائدة في هذا الموقع القابع بعيداً خلف واجهة المراثيات اليومية بدأت تتكشف بصورة غير مباشرة لعلماء البيولوجيا الجزيئية منذ بضع عقود من الزمن بعد جهود مضنية وبعد استنباط طرق غنية بالأفكار . لقد تبين ان هـا ، على هذا المستوى الأولي البعيد عما جداً ، تخزن معلومات متنوعة ومنظمة بطريقة يكون فيها لكل اشارة محددة ، أو تسلسل محدد ، معنى محدد لا ينطبق على الاشارة ذاتها المستخدمة للتخزين (أي ان التخزين يتم بطريقة رمزية) . لا شك ان هذا الاكتشاف ذو أهمية هائلة لم يتكشف كامل أبعاده بعد . سنعود مراراً فيما بعد إلى التحدث عن مداليل هذه الحقيقة .

لقد أدى اكتشاف المستوى الجزيئي كقاعدة أخيرة لكل العضوية الحية إلى تغيير مفهومنا عن معنى والحياة بمقدار لا يقل عما فعله قبل ذلك اكتشاف الخلية . في المرحلة الأولى من المعرفة بدا البشر والحيوانات كنوع من الآلات المعقدة كانوا يتألفون من أعضاء تم التعرف على وظائفها بعد بحوث طويلة دامت عدة قرون . كان التعاون المنسق بين جميع هذه الاعضاء يشكل الكائن الحي كما تشكل الاسطوانات والمرجل والمكابس والصمامات والحذع المعقوف والشجرة ذات العقد والخ . . . بعملها الايقاعي المنسق الآلة البخارية (وإن كان الأمر لدى الكائن الحي أكثر تعقيداً لكن المبدأ واحد ، هكذا بدا الأمر آنذاك) .

بعد ذلك برز بالضرورة السؤال عن الطريقة التي تعمل فيها الاعضاء المنفردة . نتج عن هذا السؤال اكتشاف تركيبها الخلوي . بذلك تغيرت الصورة جذرياً حيث بدا الاسان والحيوان وايضاً النبات على صوء هذا الاكتشاف دفعة واحدة على انها محصلة لانحداد عدد كبير من الخلايا المجهرية الصغيرة ، أو كنوع من المستعمرات التي يحتوي كل منها على عشرات آلاف الخلايا التي ورعت العمل بين بعضها بطريقة عالية التخصص واتحدت في نظام هرمي شديد الانضباط . لقد تضافرت جهود هذه الخلايا التي تشكل مجتمعاً هذا الكيان الهرمي لدرجة لم تعد معها اية حلية منها قادرة على الحياة بمفردها . سيظهر لنا الكائن الحي مختلفاً مرة أخرى عندما نراقبه من منظور المستوى الجزيئي . غير ان هذا لم يعد ممكناً إلا بمساعدة الميخلة ، أي التصور التخيلي ، لأن ما من اداة بصرية ، حتى ولا المجهر الالكتروني ، يمكّننا من مشاهدة نشاط الوحدات التي تتكون منها الحياة العضوية في هذا المستوى . تقوم الحياة هـا على الشريحة الدنيا من الواقع . أما الوحدات التي تتألف منها فهي الجزيئات المنفردة . لا نستطيع ان نتصور مستوى آخر تحت هذا المستوى .

عندما تنتقل بأفكارنا إلى هذا المستوى نجد ان الحياة هي تعبير عن النشاط المتواصل الذي لا يهدأ لآلاف وآلاف الجزيئات الانزيمية التي تفرص في كل ثانية في أضيئ المكان ملايين التحولات الكيميائية . سنجد حولنا غابة ، شديدة التداخل والتشربك ، من الجزيئات السلسلية اللا حصر لها التي ترتبط دائماً مع جزيئات جديدة لمادة التفاعل ، تقوم بتحويلها بسرعة البرق ، ثم تعيد نفس العملية بعد واحد من مائة الف من الثانية مع مادة جديدة وهكذا . قد يتولد لدينا الانطباع للوهلة الأولى بأننا نقف في مركز عالم تعمه الفوضى



غير اننا عندما نبحث عن التدقيق ونتمكن من تكوين صورة شاملة عما يحصل نكتشف ان ما يبدو شديد الموصى يخضع في الواقع لقواعد شديدة القسوة . انه ليس فوضوياً بل يجري نظام دقيق مذهل بما يشبه تقريباً حركات آلاف الرياضيين الذين يقومون بحركات رياضية مختلفة في ملعب كبير . عندما نقف بينهم نظن ان الفوضى تعم كامل المكان لكننا عندما نراقبهم من مكان بعيد نكتشف ان كل شيء يحصل مايقاع منظم مسبق .

هذه الطريقة المنسقة تحصل النشاطات الوعية لجميع الجزيئات الانزيمية في الخلية بحيث تستطيع الخلية كوحدة وظيفية نشيطة الاستمرار في الوسط المحيط بها . تقوم مجموعة من الانزيمات بمهمة انتاج الحسنيات البروتينية وكذلك السكريات والدهون وما بينها من الروابط المعينة ، التي تتألف منها الخلية مع جميع اجزائها و «عضياتها» .

تقوم مجموعة أخرى بتوجيه وقيادة التمثيل العضوي في جسد الخلية . تقوم الخلايا المكلفة هذه المهمة بالمحافظة على استمرار التحولات الكيميائية التي تستمد الخلية منها الطاقة التي تحتاجها . انها تتوسط لاستقبال الجزيئات المولدة للطاقة من الوسط المحيط ، تساعد على تفكيكها في الهياكل الخلوية وعلى تعويض وتبديل اجزاء الخلية التي اصحت صارة .

قد توصل ، فور ما نتعرف على هذا النظام ، إلى الحكم بأن النشاط الذي لا ينضب لكل هذه الجزيئات لا يحصر لها ليس له في نهاية المطاف سوف عرض واحد هو تأمين الوسط الذي يجعل كل هذه النشاطات تجري بفعالية وبدون اية مضايقات . تحقق جميع هذه الجزيئات مجتمعة ، فيما يشبه الدارة المغلقة ، هدفاً واحداً وحيداً وهو المحافظة على بقائها ذاتها وعلى عملها المنتظم ضد الاخطار الفيزيائية والكيميائية التي تهددها من قبل عوامل كثيرة مختلفة في الوسط المحيط بها . لذلك تمثل الخلية عند الطر إليها «من هنا من تحت» الوحدة المتكاملة الصغرى الممكنة التي نستطيع ان نضع لها مثل هذه التحديدات تجاه العالم المحيط .

لقد اصبح اليوم أصل النظام السائد في هذا العالم الجزيئي معروفاً ايضاً . إنه يكمن في نواة الخلية . هنا «يتحزن» مخطط ساء الخلية ووظائفها بكل تفاصيله . علينا ان لا نتصور وكأنه يوجد هنا مخطط للخلية وتفصيلاتها لا يوجد في أي مكان من نواة الخلية ما يمكن ان يكون مثلاً صورة للخلية الحقيقية مصغرة إلى مقياس الجزيئة . ماذا ستكون الفائدة لو وجدت مثل هذه الصورة ؟ كيف كان يجب ان يكون المفعول البيولوجي لـ «مخطط» هذا المعنى احرقي للكلمة وكيف ستكون ترجمته إلى واقع ممكنة ؟ ها ايضاً نجد أمامنا مرة أخرى مخططاً بصيغة «رموز» ، أي بصيغة اشارات تعني أشياء لا تتطابق معها ذاتها . هنا ، في نواة الخلية حلت الطبيعة ايضاً هذه المسألة التجريدية بأن حزت المعلومات اللازمة بواسطة الاصطفاف ، أي بالتسلسل الذي تتخذه الوحدات الاصغر . يحصل ذلك إذ وفق نفس المبدأ الذي نستخدمه نحن في عالمنا ، ذي المقاييس الأكبر بأرقام فلكية ، وبمساعدة وعيا القادر على التجريد ، لتحزين الكلمات والمعاني بواسطة الكتابة

ايضاً بواسطة الكتابة ، في نصوص هذا الكتاب مثلاً ، يتم تخزين المعلومات ذات التنوع اللا محدود

تقريباً مساعدة عدد محدود من الاشارات (٢٥ «حرفاً») بشكل ان تسلسلاً معيماً للحروف (= كلمات) «يعني» مفاهيم محددة . هـا أيضاً لا تتطابق الاشارات والمعنى بل إن علاقتهما بعض هي نتيجة لصدفة تاريخية تطورية طويلة

ليس هناك أي تشابه بين الحرف ا والصوت الذي يطلقه عند قراءته ، أي الصوت الذي يرتبط به . لهذا السبب يتوجب علينا تعلم معناه بعناية في المدرسة . كذلك تسلسل الحروف ط ب د ع هـ لا يشترك بأي شيء ، مع المفهوم الذي «نخبره» هذا التسلسل . هذا هو السبب لتعدد اللغات لأن نفس المفاهيم يمكن تخزينها بتسلسلات مختلفة للاشارات لا حصر لها . إن عدد الامكانيات المتوفرة لترميز نفس المفهوم وفق مبدأ تسلسل معين لخمس وعشرين حرفاً هو من الناحية المبدئية كبير بدرجة فلكية . على الناحية المعاكسة توفر لنا هذه الحقيقة الامكانية لا تحتاج وجود قرابة بين اللغات عندما نعر لها عليها على تقارب في تسلسل الحروف المعبر عن نفس المفهوم . نظراً للعدد الهائل من الامكانيات المتوفرة في اللغة والكتابة لترميز هذا المفهوم فإن التشابه في التسلسل بين لغة أو كتابة لا يمكن أن يعود إلى مجرد الصدفة المحضة . بل ان التفسير الوحيد لذلك يكمن في الافتراض بأن الشعوب التي استخدمت ترميزات متشابهة لنفس المفهوم يجب ان تكون قد احتكت مع بعضها تاريخياً لا بل ان هناك احتمالاً بأن تكون ذات أصل مشترك

من المعلوم ان علماء اللغة قد طوروا اطلاقاً من هذا المبدأ علماً مستقلاً يمكنهم بواسطة الدراسات المقارنة لأصول الكلمات (= تسلسل الحروف) من التعرف على تفرعات الأصول وروابط القرى بين مختلف الحضارات البشرية . إسمهم يعيدون اليوم هذه الطريقة تصميم تفاصيل مثيرة للدهشة للعلاقات البشرية والتبادل الثقافي بين الحضارات المتفرقة منذ عشرات الآلاف من السنين والتي لم تترك فيها عدا ذلك أي أثر على الاطلاق . ان الكلمات هي اليوم ، من هذا المنظار ، «مستحاثات» متبقية من اللقاءات الحضارية ما قبل التاريخية

لنعد الآن بعد هذا الخروج القصير عن الموضوع (الذي ستدرك أهميته لاحقاً) إلى نواة الخلية التي تحتوي «مخطط» بناء الخلية . كما تعلمنا جميعنا في المدرسة فإن هذا المخطط ، أو مجمل الخصائص الوراثية للخلية ، مخزن في الجينات (المورثات) التي تتجمع في نواة الخلية مشكلة الكروموزومات (الصبغيات الوراثية) التي يمكن رؤيتها بالمحهر تحت شروط معينة . لقد حقق علماء البيولوجيا الحريضة أنجراً مذهلاً بأن عرفوا الشكل الذي يسجل فيه مخطط البناء في هذا الجزء من الخلية . هنا أيضاً وجدوا مرة أخرى «اشارات» يحتوي اصطفاها أو تسلسلها على معلومات حول جميع مكونات وخصائص الخلية . لكن هنا لم تكن الحموض الأمينية ، كما هو الأمر في الانزيمات المؤلفة من بروتينات ، هي التي تشكل الحلقات وانما وحدات جينية أخرى هي النوكليوتيدات (النويات) ذات المحتوى الأساسي . يطلق الكيميائيون على الحزينة السلسلية التي تتألف حلقاتها من مثل هذه النويات تسمية الحموض النووية .

هـا ، في حريشات الحموض النووية في نواة الخلية ، يُخزن مخطط بناء الخلية بصيغة ما يسمى «الشيفرة الوراثية» . إن حريشات التخزين هي بالتحديد الدقيق حموض نووية ريبية منقوصة الأوكسجين

د ن س (يشد عن ذلك بعض الفيروسات التي يتحزن محطط بانها في حريئة حمض نووي-ريبي  
[ر ن س]).

تستخدم الأسس الموجودة في الحلقات النووية كحروف . إذا ما فكرنا بالعدد الهائل لأشكال الحياة  
نفاجاً للوهلة الأولى بالعدد الضئيل للأسس : إنها فقط أربعة أسس مختلفة ترمز الطبيعة بواسطتها  
خصائص ومظهر جميع أشكال الحياة التي وجدت على الأرض في كل تاريخها الماضي والتي ستوجد عليها في  
كل تاريخها المستقبلي .

لكن عدد الحموض الأمينية التي تشكل قطع بناء أية خلية حية هو أيضاً فقط عشرون حمصاً ، كما  
سبق ورأينا . غير أن انتاجها يمكن توجيهه بواسطة تعليقات مركبة من أربعة حروف فقط (طبعاً بترتيبها  
الكمي مع جواز تكرار الحرف) عندما يضع في اعتبارنا أننا نستطيع أن نشكل من ٤ حروف ما لا يقل عن  
٦٤ كلمة مؤلفة من ٣ حروف

لقد سلكت الطبيعة بالضبط هذا الطريق ، حيث تستخدم دائماً ٣ أسس («تشفير ثلاثي» أي كل  
شيفرة تتألف من ثلاث اشارات) لتشفير واحد من الحموض الأمينية العشرين التي تشكل قطع البناء  
اللازمة . لكن بما أنه من الممكن بواسطة ٤ أسس مختلفة تشكيل ليس فقط ٢٠ وإنما ٦٤ شيفرة ثلاثية  
مختلفة ، يبقى لدى الطبيعة عملياً ٤٤ شيفرة ثلاثية فائضة .

إنه حقاً لثير ان نعرف ماذا فعلت الطبيعة بهذا الفائض : لقد استخدمت ٤١ منها لتشفير حموض  
أمينية معينة تشفيراً مزدوجاً ، أي تشفيرها مرتين ، وأحياناً ثلاث مرات (بالنسبة لهذه الحموض الأمينية  
يوجد إذن في نواة الخلية رمزان أو ثلاثة رموز لها جميعها نفس المعنى) . سيصيبنا الدهول عندما نعلم ان  
الطبيعة قد استخدمت هذه الامكانية انطلاقاً من المبدأ القائل : «المدرّوز مرتين يكون أمتن» ، إذ أن علماء  
البيولوجيا الجزيئية لاحظوا أن هذا التشفير المضاعف يتركز بصورة خاصة على الحموض الأمينية ذات  
الأهمية البيولوجية المتميزة .

ماذا بشأن الشيفرات الثلاثية الثلاثة المتبقية ؟ إنها تستخدم للتنقيط (لوضع نقطة بين جملتين) تماماً  
وحرفياً ! أننا نجدتها في جزيئات د ن س السلسلية الطويلة جداً دائماً في المواقع التي تنتهي عندها تعليقات  
بناء جسم بروتيني ما ، انزيم مثلاً ، وتبدأ تعليقات بناء بروتين آخر . بفضل هذا التنقيط تستطيع جزيئة  
د ن س واحدة تتكون سلسلتها من عدة ملايين من الشيفرات الثلاثية أن تحتوي مخططات بناء عدد كبير  
من الجسيمات الأمينية المختلفة دون ان تتداخل التعليقات المختلفة مع بعضها البعض

نستطيع ان نلخص ما قلناه عن «الحياة على المستوى الجزيئي» كما يلي : تقوم الحموض النووية  
الريبية منقوصة الاوكسجين د . ن . س الموجودة في نواة الخلية بتخزين سلاسل محددة تماماً من الحموض  
الأمينية في هيئة شيفرات ثلاثية أسسية . وفقاً لهذا النموذج تستطيع الخلية تشكيل جميع الأجسام البروتينية  
التي تحتاجها لتجديد بنيتها ، وبالدرجة الأولى تشكيل الانزيمات . لكن بما أن تسلسل الحموض الأمينية  
في الانزيم يحدد ، كما رأينا سابقاً ، في نفس الوقت وظيفتها الكيميائية النوعية (اختصاصها) فإن الحموض

النووية د ن س نحدد تحديداً كاملاً بواسطة الشيفرات الثلاثية الأساسية الممكنة البالغة ٦٤ شيفرة ليس فقط بناء الخلية وإنما أيضاً بحمل وظائفها ونشاطاتها .

نستطيع أن نتبين على ضوء العملية الحسابية التالية ماهي الاحتمالات المختلفة الممكنة عند استخدام «كتابة» مؤلفة من ٤ حروف فقط : نتيج ٤ حروف (أسس) استخدام ٦٤ شيفرة ثلاثية مختلفة . هذا العدد يمكن تشفير جميع الحموض الأمينية العشرين مرة واحدة على الأقل وتشفير الهام منها لزيادة الأمان أكثر من مرة . لنفترض الآن أن الأنزيم ، الذي ستتجه الحموض النووية د ن س من هذه الحموض الأمينية العشرين ، يحتوي على ١٠٠ حلقة (حمض أميني) عندئذ يتوفر لخواص الأنزيم ، ضمن الشروط التي شرحناها ، عدد من الامكانيات المختلفة يفوق في كبره الأرقام الفلكية مراراً عديدة . من السهل الرهنة على ذلك . عندما تتوفر الامكانية لترتيب عشرين حمضاً أمينياً محتلاً ترتيباً كيفياً (حيث يكون تكرار استخدام نفس الحمض مسموحاً) في مائة موقع ، فإننا نحصل ، حسب قواعد الرياضيات الحسابية ، على عدد من الامكانيات المختلفة قدره ٢٠ . أي أننا نستطيع ، بكلمات أخرى ، ضمن الشروط المذكورة انتاج ٢٠ من الانزيمات ذات التسلسلات الحمض-أمينية المختلفة وبالتالي ذات الخصائص البيولوجية المختلفة .

٢٠ ' هو عدد يحتوي ١٣٠ صفراً . لا يوجد حتى اسم لهذا العدد الهائل الذي يفوق كل تصور غير أن مقارنة مع الأرقام الفلكية يمكن أن تعطينا فكرة عن ضخامة هذا العدد . مرت سد حصول البيخ نانغ (الانفجار الكوني الأول) حوالي ١٠<sup>١٠</sup> ثانية أي أن العدد ١ مع ١٧ صفراً يكفي للتعبير عن عدد الثواني التي انقضت منذ نشوء الكون وحتى الآن .

مقارنة أخرى : يقدر الفيزيائيون عدد الذرات الموجودة في مجمل الكون بـ ١٠<sup>٨٠</sup> ذرة . بذلك فإن عدد الانزيمات المختلفة التي يمكن تشكيلها من ٢٠ حمضاً أمينياً مختلفاً ، في حال كون سلسلة كل أنزيم مؤلفة من ١٠٠ حلقة ، يريد بالتأكيد عن عدد الذرات الموجودة في مجمل الكون أضعافاً مضاعفة أضعافاً مضاعفة تفوق التصور .

على هذا الأساس لا توجد اذنية صعوبات في ان تصور انه من الممكن ضمن الظروف المتوفرة تخزين الاستعدادات الوراثية والخصائص ، والوظائف والتركيب لجميع الكائنات الحية ، التي وجدت على الأرض في كل ماضيها الطويل أو التي ستوجد في كل المستقبل اللاحق لهذا الكوكب ، دون أن تعرض عملية التطور لأية قيود في عملية الاختيار أو تجد أي تضيق في الاحتمالات الممكنة . هذه الطريقة تملي الحموض النووية (د ن س) لنواة الخلية بواسطة فقط ٦٤ «كلمة تشفير» مختلفة ، أو شيفرة ثلاثية ، شكل ووظيفة الخلية المنفردة ؛ وتحدد فوق ذلك بالنسبة للكائن الحي المتعدد الخلايا محط بناء عصبونه بكاملها .

رغم ذلك فإن العلاقة بين حموض (د ن س) والانزيمات ، أي بين «مركز القيادة» في النواة والبنى الروتينية المعقدة التي تشكل جسم الخلية ، ليست أحادية الاتجاه ، كما قد يكون الأمر قد بدا حتى الآن ، لأننا إذا ما تابعنا مراقبة ما يحصل على مستوى الجزيرة نكتشف أن الفضل في وجود الحمض النووية ذاتها

يعود إلى الارتيمات إن الحمض النووي (د ن س) هو أيضاً حزئية عملاقة معقدة يعتمد تركيبها وبقاؤها وتكاثرها على الشبكات التحريضية الوعية للارتيمات المتخصصة .

بذلك يغلق الجهاز الحزئي ، الذي تمثله ، من هذا المنظور ، الخلية كأصغر وحدة حية ، بواسطة هذه العلاقة المتبادلة بين الارتيمات والحموض النووية (د ن س) ، ينغلق في ذاته ويصبح وحدة وظيفية مستقلة . تقوم الحموض النووية بتوجيه انتاج الارتيمات وعبرها من البروتينات وتقوم الارتيمات بدورها ببناء البروتينات (وعبرها من المكونات الخلوية) وبناء الحموض النووية أيضاً . إن هذه العلاقة «الديالكتيكية» المتميزة بين الحموض النووية والبروتينات هي ، بالقدر الذي تتيحه معارفنا عن البيولوجيا الحزئية من اعطاء حكم ، واستناداً إلى كل الاستنتاجات المحتملة ، الجذر الأولي ، أي القاعدة الدنيا ، لما نسميه حياة . عندما نريد تحطيط الحدود العاصلة ، رغم كل المصاعب التي تعترضنا ولأسباب مبدئية عند إقامة مثل هذه الحدود ، بين المادة اللا حية والبنى المادية الحية فإن وضعها هنا سيكون المكان الأكثر معقولة ومنطقية

من الواضح ان الحموض النووية هي جزئيات تمتلك خصائص مثل للتحزيس . كما ان البروتينات تصلح ، ضمن شروط بيولوجية ، بسبب تنوعها وميزاتها الأخرى لأن تكون قطع بناء ماسية بصورة خاصة . لقد سبق وشرحنا بالتفصيل في القسم الأول من هذا الكتاب كيف تم في مجرى التاريخ الأرضي المبكر النشوء اللا عصوي لهذين النوعين من الجزئيات وتجمعها على سطح الأرض . في وقت ما قبل ٣,٥ أو ٤ مليار سنة يجب ان تكون هاتان الجزئيتان قد التقيتا ضمن ظروف مكنت قدرتهما الفائقة على التكامل من التفاعل والعمل لأول مرة . اننا لا نعرف حتى اليوم أي شيء عن نوعية هذه الظروف . لكن ما من شك فيه ان هذا اللقاء قد اطلق الشرارة الأولى التي بدأ بها ما نسميه اليوم التطور البيولوجي . يجب ان تكون الخطوة التالية قد حصلت بأن انعزلت عن محيطها الدورة البروتينية - الحمض - نووية القادرة على البقاء مستقلة بالطريقة التي شرحناها . لم يحصل هذا بالتأكيد دفعة واحدة وإنما ضمن خطوات تطورية صغيرة كثيرة انطلاقاً من المقدمات الأولى . لقد لعب في هذه العملية المبدأ الذي نسميه اليوم «الاصطفاء الطبيعي» دوراً حاسماً مرة أخرى .

يجب ان تكون آنذاك البنى الجزئية المختلفة الحجم والتعقيد ، المؤلفة من اتحاد متكامل (يكمل بعضه بعضاً) من اجزاء بروتينية - حمض - نووية تحافظ على بعضها بصورة متبادلة ، قد بقيت دائماً في عمل نشيط متواصل طويل كلما أتاحت لها الصدف الفرصة لأن تحمي دورتها الكيميائية من مصابقات التأثيرات الخارجية . كان تقدم صغير ، أي حماية ضئيلة ، يؤدي أوتوماتيكياً إلى تطويل الفترة الزمنية التي تبقى فيها آلية التعاون بين الحموض النووية والبروتينات قائمة وفعالة . غير أن هذه الحالة كانت تعني في كل مرة ترايد مركبات الجزئيات المستفيدة من هذا الظرف بهذه الطريقة ازداد ببطء عدد مركبات الحزئيات التي تمتلك هذه الخاصية الشاءة أكثر مما عداها من المركبات المماثلة التي لم تتمكن من التحسن

لكن العملية تتكرر مرة أخرى على هذا المستوى الجديد من التقدم المتحقق أصبحت الآن اتحادات الجزئيات المفضلة ، التي تمكنت كنتيجة للمقدمات الأولى من الانعزال عن الوسط المحيط بها

متقدمة بذلك على منافساتها المتضررة ، في المقدمة مشكلة «البورم» أي «المعيار» . غير ان هذا المعيار «تراجع» بدوره إلى الصفوف الخلفية فور ما ظهرت البنى الأولى التي تمكنت من التفوق عليه في اية نقطة أخرى في مجال الاستقلال . هذا هو ما يسميه البيولوجيون التطور : الأجود هو عدو الجيد .

تقريباً على هذا الشكل يجب ان نتصور الخطوات الأولى على طريق تشكل الخلية كأصغر وحدة للأشكال الحية . لم تكن للخلايا الأولى نواة ولا «عضيات» (اجزاء حلوية خاصة ذات وظيفة نوعية شه عصبية) لم تكن على الارحح أكثر من كيس مجهري صغير علوه بخليط من البروتين والحموض النووية . كل هذا كان محاطاً بغشاء يؤمن الحماية ضد المؤثرات الخارجية غير المرعوبة غير انه على الجانب الآخر يسمح بدخول جزيئات صغيرة معينة تمد الخلية بالمواد الأولية وبالطاقة («المواد الغذائية») اللازمة لعمل الروابط البروتينية - الحمض - امنية الذي لا يتوقف . لقد كان هذا الغشاء «نصف نفوذ» ، كما هو الامر حتى اليوم لدى جميع الخلايا الحية بغض النظر عما طرأ عليها من تحسينات أخرى خلال هذه المليارات الثلاثة من سني التطور .

اذا لا نعرف حتى الآن كيف تم الانتقال من الجهاز الحمض - آميني - البروتيني «العاري» (وبالتالي المعرض بسهولة للأخطار الخارجية) إلى الخلية الأولى المحصورة ضمن غشاء يجعلها مستقلة ومحمية إلى حد كبير تجاه الوسط المحيط بها . غير أن الشيء الوحيد المؤكد هو أن هذا الانتقال قد حصل فعلاً . علاوة على ذلك توجد دلائل تشير إلى أن هذه الخطوة الحاسمة في تاريخ التطور قد حصلت أيضاً بالطريق الطبيعي الصحيح .

تميل الروابط الجزيئية التي هي بحجم المركبات البروتينية - الحمض - نووية لأسباب فيزيائية إلى أن تحيط نفسها بغلاف مائي رقيق قليل الكثافة . ثم تقوم الشحنات الكهربائية الموزعة على السطح الخارجي لمثل هذه الجزيئة باعطاء هذا الغلاف السائل طابع الغشاء الخلدي المتناسك نسبياً . حتى عندما تكون الجزيئة عائمة في محلول مائي تحتفظ على سطحها الخارجي بهذا الغشاء الخلدي المائي . أما الآن فيكفي وجود آثار ضئيلة من مواد دهنية معينة (ليبيدات) في المحلول ليطفي على هذا الغلاف تماسكاً أكبر . تميل الليبيدات إلى الانتشار على السطح الخارجي بين طبقتين مشكلة غشاء جزيئياً رقيقاً . وهي لذلك تفعل هذا أيضاً هنا في المنطقة الفاصلة بين المحلول المائي الذي تسبح فيه الجزيئة وبين غطائها السائل . لتحقيق هذا العرض تنظم جميع الجزيئات الليبيدية ، خاضعة للشحنات الكهربائية المختلفة على نهايتها ، بدقة تامة بحيث تبرز احدى نهايتها في المحلول الحر بينما تتوجه الأخرى نحو الداخل باتجاه الجزيئة التي تحيط بها كاملة الآن .

بذلك يكون قد تشكل الغلاف الأول حول المركب البروتيني - الحمض - نووي ، وهو غلاف يمتلك من بعض النواحي خواصاً مشابهة للغلاف البيولوجي النموذجي ذي الطابع النصف - نفوذ . إن غشاء بدائياً كهذا الخلد الليبيدي الجريئي الذي وصفناه هنا يمكن تحضيره في اي وقت وبدون اية صعوبات تجريبياً في المخبر . إذا ما درسنا خواصه نجد أنه يسمح لجزيئات معينة بالنفوذ (أي بالدخول إلى الخلية) بينما يشكل حاجزاً منيعاً ضد جزيئات أخرى . لذلك نجز لانفسنا الاستنتاج ان الخطوة الهامة ، التي

مهدت في ذاك العمر المبكر للحياة الطريق لاستقلال الخلية المنفردة ، قد انطلقت من الخواص البسيطة نسبياً ، والناشئة بصورة طبيعية الزامية ، لهذا النوع من الطبقات الحدودية الفاصلة بين رستين . جميع الخطوات اللاحقة كانت نتيجة لمبدأ الانتقاء (الاصطفاء) الذي شرحناه والذي كان لديه حتى اليوم أكثر من ٣ مليار سنة من الوقت كي يؤثر في اتجاه التحسين المتواصل لغلاف الخلية وجميع مكوناتها الأخرى . هذا هو جوهرياً كل ما نستطيع ان نقوله اليوم حول نشوء الخلية الحية الأولى . إنه ليس بالشئ الكثير . لكنه يكفي ، كما يدولي ، لأن يجعلنا نفتتح ان الحياة حتى في هيئة الخلية الأولى أيضاً لم تهبط من السماء - ولا في اي معنى من معاني هذه الكلمة .

إن الخلايا الأولى ، التي وجدت على الأرض ، لم تنشأ بالتأكيد بتدخل هيئة فوق ميعية في مسار التطور الجاري «طبيعياً» حتى ذاك الوقت ، قامت ببذر هذه الخلايا في خبايا الطبيعة . من ناحية أخرى نستطيع ان نقول أيضاً ان الخلية الأولى لم تهبط من السماء لأن ظهورها لم يكن يعي على الاطلاق ظهور شيء جديد تماماً ، شيء مختلف مبدئياً في جوهره عن كل الاشياء الأخرى الحاصلة قبله خلال مليارات السنين .

إننا لن نستطيع فهم التاريخ الممتد من بداية العالم ، منذ الانفجار الكوني الأول، على الأرجح ، ١٣ مليار سنة - اننا نتهر كل فرصة محمكة لإدراك معناه الحقيقي - إذا لم نضع دائماً نصب أعيننا أن الأمر يتعلق فعلاً بـ «تاريخ» بالمعنى الأصلي لهذه الكلمة : يتعلق بتطور مغلق في ذاته مترابط داخلياً متتابع بشكل منطقي صحيح حيث تنبثق كل خطوة فيه من الخطوات التي سبقتها وفقاً لقوانين منطقية . لقد كانت الخلية الحية الأولى بدون أي شك الوريث الشرعي للهيديروجين أيضاً .

## ٩ . أخبار عن العظائيات

أخيراً توفرت لدينا الآن جميع المقدمات التي نحتاجها كي نستطيع ان نفهم ما تفعله السيدة دايهوف بالحواسب الالكترونية التي عملاً محبرها في بيتسدا ، أي ان نفهم كيف سيكون ممكناً احياء الماضي ثانية بمساعدة التحليل المقارن لسلاسل الحموض الأمينية - اليوم وضمن المدى المنظور بالمعنى المجازي فقط ، أما في المستقبل البعيد فقد يحصل هذا فعلاً بالمعنى الحرفي للكلمة .

لقد تمكن العلماء في العقد الأخير بواسطة تكنيك رفيع للتحليل الكيميائي من التعرف بشكل ملموس على الصفوف التي تشكلها الحموض الأمينية في سلسلة إنزيم معين . علينا ان نتخيل ماذا يعني ذلك ، قد يحتوي مثل هذا الانزيم على ٧٠ أو ١٠٠ أو ربما اكثر بكثير من الحلقات . إذا ما تمكن العلم من التعرف على كل حلقة من هذه الحلقات ، أي إذا عرف الحمض الأميني الذي تتكون منه كل حلقة منها ، عندئذ يكون قد عرف التسلسل الذي تتابع فيه هذه الحموض الأمينية ضمن الجبل الجزيئي الدقيق ويكون بذلك قد حقق إنجازاً مذهلاً .

ماذا سيستفيد العلماء من هذه النتيجة وما هي الآفاق الجديدة التي فتحتها بها هذا التكنيك التحليلي أمام العلماء وأمامنا جميعاً ، هذا ما نريد النظر اليه عن كتب على مثال الانزيم الذي أطلق عليه العلماء اسم «سيتو كروم سي» . من الممكن مبدئياً اجراء نفس التحليل على أي أنزيم آخر . يصلح سيتو كروم سي كمثال مناسب بصورة خاصة ببساطة لأنه قد درس وحلل جيداً بالطريقة الجديدة لدى معظم أنواع الحيوانات .

سيتو كروم سي هو إنزيم نفسي يكمن تأثيره النوعي في أنه يتوسط لانتقال الأوكسيجين الذي يحمله الدم إلى داخل الخلية . يتألف هذا الانزيم (كما يشير المخطط على الصفحة ١٨١) لدى جميع الكائنات الحية تقريباً من ١٠٤ حلقات ؛ يوجد في بعض الحالات الشادة عدد من الحلقات الاصابة . لقد عُرِث في المخطط المشار اليه عن الحموض الأمينية العشرين التي يتألف منها أيضاً سيتو كروم سي بواسطة ٢٠



رمر مختلف نسبا بحاجة لأن نهم معرفة أي رمز يعبر عن أي حمض أميني المهم هو أن كل رمر يعبر عن حمض أميني معين وهو يتواجد دائماً في المخطط في الموقع الذي يتواجد فيه الحمض الأميني الذي يعبر عنه ويتكرر كلما تكرر .

إذا ما قمنا بأجراء مقارنة بين الصفوف المضمنة في هذا المخطط ، والتي تتسبب جميعها الى ١١ فصيلة مختلفة ، فإننا سنلاحظ من النظرة الأولى شيئاً يشير الذهول : يشير المخطط الى أن عملية التنفس الداخلي ، أي انتقال الأوكسجين إلى داخل الخلية ، يتم لدى جميع الكائنات الحية المدروسة ، من الانسان حتى حيرة الخنز ، تحريض نفس الانزيم . تنطبق هذه النتيجة بلا استثناء ليس فقط على سيتو كروم سي وعلى الفصائل المبنية في المخطط وإنما أيضاً على جميع الانزيمات الأخرى وعلى جميع الفصائل والأنواع التي تمت دراستها بهذا التكنيك .

صحيح أن التسلسل لا يتطابق مائة بالمائة بين أي صفين من الصفوف الأحد عشر المبنية في المخطط ، كما يتضح عند تمحيصه . غير أنه نظراً للعدد الهائل من الامكانات المحتملة المتوفرة لتوزيع ٢٠ حمضاً آمينياً على ١٠٠ موقع فإن التشابهات التي تواجهها كبيرة لدرجة أنها لا يمكن أن تعود الى مجرد الصدفة عندما تعمق في تدقيق المخطط نكتشف بسرعة حقيقة هامة أخرى : يتزايد عدد العروق في صفوف الحموص الأمينية من الأعلى الى الأسفل . يختلف سيتو كروم سي لدى الانسان عنه لدى القرد

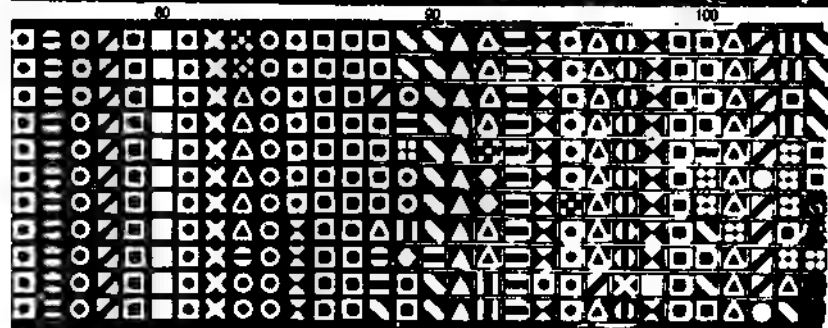
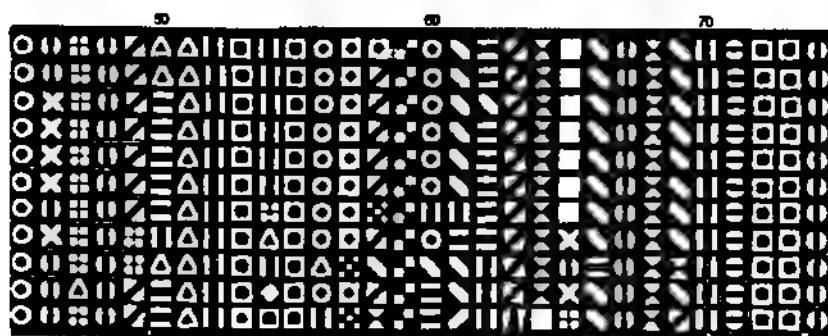
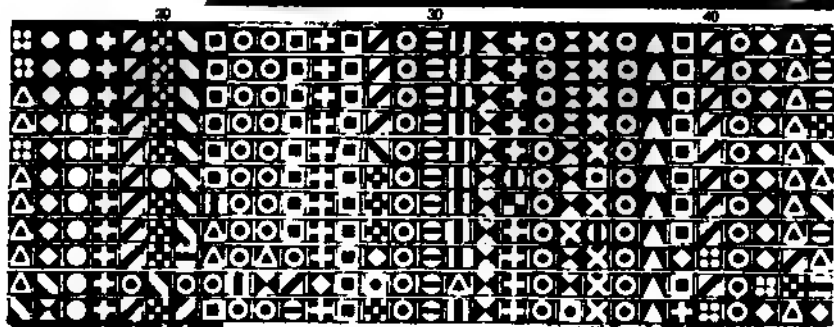
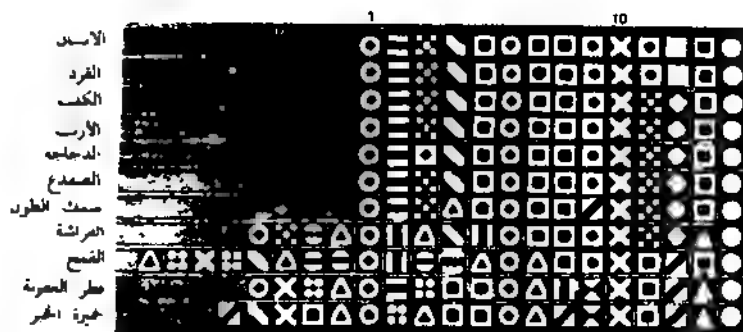
### شرح مخطط سيتوكروم سي

بين المخطط تركيب سيتوكروم سي لدى ١١ فصيلة مختلفة من الانسان حتى حيرة الخبز  
سيتوكروم سي هو ابريم ، أي جسم بروتيني ذو تأثير بيوكيميائي نوعي لا عني عنه لانتقال الاوكسجين في عملية التنفس الداخلي للخلية

سيتوكروم سي هو أيضاً ، شأنه شأن أي جسم بروتيني آخر ، حبة سلسلية مركبة من حموص أمينية . كما في مخططنا بالتعبير عن العشرين حمض أميني المختلف ، التي يتألف منها ، بواسطة عشرين رموزاً تصويرياً مختلفاً . يشير من النظرة الاولى اننا نجد مراراً كثيرة في المواقع المتماثلة من الحزنية أنواعاً متماثلة من الحموص الأمينية . بين التمييز الدقيق أن عدد التطابقات يكون أكثر كلما ازداد قرابة الأنواع المقارنة مع بعضها البعض والعكس بالعكس

بين الانسان والقرد يوجد (في هذا الانزيم) اختلاف واحد وحيد (في الموقع رقم ٥٨) إذا ما قارنا في هذا المخطط الانسان مع الكلب نجد فروقاً في ١١ موقع من السلسلة الجزيئية المألوفة من ١٠٤ حلقات (مواقع) ، وهكذا نلاحظ من صف الى صف (لقد تم ترتيب الفصائل في المخطط حسب التسلسل التافضي لقراءتها) لكن حتى لدى المقارنة بين سيتوكروم سي لدى الانسان ولدى حيرة الخنز نجد عدداً كبيراً شديداً للانشاء من الحلقات السلسلية المتطابقة

نرى الدراسات الاحصائية على أن هذا التقارب لا يمكن أن يعود الى مجرد الصدفة . على العكس من ذلك فإن المخطط يشير بصورة واضحة ومقنعة أن جميع أشكال الحياة الأرضية تنحدر من أصل واحد ، أي أن جميع العصورية الحية ، من الانسان حتى حيرة الخبز ، يجب ان نجمعها بروابط القرن مع بعضها البعض . أما الهمم الدقيق لهذه المسألة والاستنتاجات التي ستخلصها منها فستقوم بشرحها في الصف



الهندي بحمض امبي واحد وحيد . يرتفع عدد الفروق بين الانسان والكلب الى ١١ فرقاً وهكذا تنابع الأمور من صف الى صف .

نستطيع أن نستخلص من هذه الخصوصيات سلسلة كاملة من الاستنتاجات ذات الأهمية البالغة . أول هذه الاستنتاجات هو أن جميع أشكال الحياة الأرضية تنحدر عن أصل واحد . يجب أن تكون واحداث الخلية والأسماك والحشرات والطيور والثدييات وكذلك البشر ذاتهم وجميع النباتات قد انحدرت من شكل بدئي للحياة واحد وحيد ، أي عن خلية بدئية شكلت الجذ المشترك لجميع أشكال الحياة الموجودة اليوم . في وقت ما من الماضي السحيق ، عندما بدأت الحياة بتثبيت أقدامها على هذا الكوكب ، يجب أن تكون قد وجدت لحظة توقف فيها مستقبل جميع أشكال الحياة التي نعرفها اليوم على الفرص المتاحة لبقاء هذه الخلية المحيرة الصغيرة .

نستطيع أن نستخلص هذا الاستنتاج بنفس الحق وبنفس الثقة التي يفعلها عالم اللغة عند اكتشافه تطابقاً في تسلسل الحروف بين لغتين مستتجاً أن لها خلفية ثقافية مشتركة أي ماضياً تاريخياً مشتركاً . إن تطابق صفوف الحموض الأمينية في سيتوكروم سي ، الذي نجده (التطابق) في جميع الفصائل البيولوجية المعروفة هو برهان قاطع على احداً جميع هذه الفصائل البيولوجية من جد واحد مشترك . ليس هناك أي تفسير آخر لهذه الظاهرة التي تتأكد مرة تلو المرة لدى دراسة أي من الانزيمات الأخرى . من البديهي أن لهذه الانزيمات الأخرى تركيباً محتلاً عن تركيب سيتوكروم سي لكنها بدورها متماثلة عملياً لدى جميع أنواع الكائنات الحية (بغض النظر عن بعض الفروق الطفيفة الموجودة هنا أيضاً) .

عبر أن الدراسات الانزيمية لم تؤكد حتى هنا سوى فرضية واحدة نتجت في سياق كشف الشيفرة الوراثية وهي أن «اللغة» التي تكتب بها هذه الشيفرة هي نفسها لدى جميع أشكال الحياة ، أي أن الشيفرة الثلاثية الأساسية التي تستخدم لتوفير حمض أميني معين «تعي» نفس هذا الحمض في كامل نطاق الطبيعة الحية ، سواء تعلق الأمر بالبكتريات أو الزهور أو الأسماك أو الانسان . هذا التطابق ، هذا «الطابع الاسبرامتي» (اسبرانتو هي اللغة الدولية) للشيفرة الوراثية لا يمكن تفسيره إلا بالفرضية القائلة أن لجميع الكائنات الحية الحالية سلف مشترك واحد ورثت عنه جميعها بالتحديد والضغط هذه الصيغة (من بين الامكانيات اللاحصر لها من الصيغ) لـ «ترجمة» الحموض الأمينية الى شيفرات ثلاثية أساسية .

لكن بينما تكون الترجمة في حالة الشيفرة الوراثية متطابقة حرفياً لدى جميع الأنواع بدون استثناء فإنه يوجد لدى الانزيمات ، وأيضاً في سيتوكروم سي ، اختلافات صغيرة بين نوع ونوع . وعندما بدأ العلماء تكوين الأفكار حول هذه الفروق بدأت المسألة تكتسب أهمية متزايدة .

كان السؤال المطروح يدور بالطبع حول سبب هذه الفروق . إن الخلية الأولى التي رُكبت لأول مرة الانزيم سيتوكروم سي واستخدمته لتنفسها الداخلي أعطت صفه بدون شك في صيغته الأصلية إلى جميع حلقها المباشر . من أين جاءت إذن هذه الفروق التي نلاحظها اليوم لدى الأنواع المختلفة ؟ جواب هذا السؤال شديد البساطة : بواسطة التبدل المفاجيء ، أي القفزات الوراثية الطارئة ، أو ما يسمى «الطفرة»

كان واضحاً منذ البداية ان تدويل مكان الحمض الأميني في السلسلة لم يكن ممكناً في كل موقع من الجزئية الانزيمية دون أن تترتب عليه نتائج بالغة الأهمية . إن التغيرات المفاجئة التي تؤدي إلى مثل هذا التدويل يجب ان لا تمس مثلاً الحموض الأمينية التي تشكل المركز الشط للانزيم، أو علينا ان نقول بتعبير أصوب : لا يوجد حقاً قوة في العالم تستطيع ان تمنع حصول هذا التدويل المفاجيء أيضاً في هذا الموقع الحاسم بالنسبة لوظيفة الانزيم ، غير انه من الثابت ان التبادل الحاصل بهذه الطريقة لا يستطيع الانتقال وراثياً على الاطلاق ، لأن تغيراً في المركز الشط يؤدي حتماً إلى شل وظيفة الانزيم تماماً . لذلك فإن الكائن الحي الذي اصبح لديه اريم سيتو كروم سي سبب مثل هذا التدويل مشلولاً سيوت بالاختناق الداخلي ولن يستطيع بالتالي توريث هذا التدويل سلالاته .

على هذا الأساس فإن صفوف الحموض الأمينية لانزيم معين ، يقوم بدراسته اليوم لدى أنواع حياتية مختلفة ، يجب أن تكون ، بعض النظر عن جميع التغيرات المفاجئة الأخرى التي قد تكون قائمة فيها ، متطابقة على الأقل في تركيب مركزها النشط . علاوة على ذلك فإن امكانية التبدلات المفاجئة للحموض الأمينية على مواقع أخرى من الجزئية تتعلق بشروط محدودة خاصة وهي لذلك ليست كبيرة جداً في أي حال من الأحوال . لأسباب فيزيائية وكيميائية لا يتعاش أي حمض أميني مع أي حمض أميني آخر في السلسلة بنفس الدرجة من «المحبة» ، أي ان بعضها لا يرغب ان يكون «جاراً» لبعضها الآخر . علاوة على ذلك يجب الأخذ بعين الاعتبار أن نوعية الكدة التي يشكلها الجزيء بكامله تتعلق بالحموض الأمينية الموجودة خارج المركز النشط كما ان هذه الكدة بدورها تعتر دات أهمية بالغة لتشكيل هذا المركز النشط بطريقة صحيحة . هنا أيضاً يوجد بعض التحديدات المعينة . هناك بعض الحموض الأمينية التي تقبل التبادل دون أي تأثير على كدة الجزئية بينما هناك بعضها الآخر الذي يقبل المبادلة فقط مع حموض محددة تماماً ودات تركيب مشابه لتركيبها .

انطلاقاً من هذه العلاقات المتشعبة والشديدة التعقيد يستطيع اليوم ان نحسب بدقة مدهشة الاحتمال الذي يمكن أن يحصل فيه مثل هذا التبادل بين الحموض الأمينية في موقع محدد تماماً من السلسلة الانزيمية . غير ان العمليات الحسابية معقدة إلى درجة اما لا نستطيع اجراءها إلا بمساعدة الحواسيب الالكترونية . هذا هو السبب الذي يجعل مخابر السيدة دايهوف لا تحتوي على انابيب احتار كيميائي وانما على كثير من الأجهزة الحاسبة الالكترونية

لقد توقفت السيدة دايهوف ومساعدوها منذ مدة عن تحليل صفوف الانزيمات المختلفة . لقد تخصصوا حصراً ، منطلقين من الفروق الموجودة في نفس الانزيم لدى أنواع مختلفة من الكائنات الحية ، بحساب احتمالات الطفرات الطارئة التي تؤدي إلى نشوء هذه الفروق . لكن «احتمالات طفرة طارئة محددة» هي ليست سوى تعبير آخر عن الرمز الذي يجب أن يحمي كي تحصل هذه الطفرة . بهذه الطريقة تكون السيدة دايهوف قد اكتشفت ، بكلمات أخرى ، نوعاً من الساعة التي تمكنها من القياس اللاحق للسرعة التي حصل فيها تاريخ الأنواع البيولوجي .

لكي نفهم ذلك يجب ان نعود إلى المخطط الموجود على الصفحة ١٨١ ، إذا لم نعد بتحليل

جميع المعلومات الواردة فيه . لقد قمنا في مخططنا هذا بترتيب الأنواع متسلسلة تبعاً لعدد العروق في صفوف الحموض الأمينية . إذا ما اضفنا من الأعلى ، من الاساس ، نلاحظ ان هذه العروق تتزايد من صف إلى صف . انها حقاً ليست صدفة بأن يتطابق هذا التسلسل بالوسط مع تباعد درجة القراءة . إن تعديل حمض أميني باخر بواسطة طفرة طارئة يكلف وقتاً . كلما طالت المدة التي تطور فيها نوعان بصورة مستقلة عن بعضهما البعض ، أي كلما مضى وقت أطول على وجود سلفهما المشترك الأخير ، كان عدد الطفرات المفاجئة التي طرأت على كل منهما على افراد أكثر وكان بالتالي عدد العروق في تركيب صفوف ايريمانيا أكثر أيضاً .

لذلك فإن وجود فرق وحيد في ما مجموعه ١٠٤ حموض أمينية بين ايريم سبتو كروم سي لدى الاسماك ولدى القرد اهلي هو تعبير عن وجود قراءة قريبة بينهما . أما ان تكون قرابتنا البيولوجية مع الكلب بعدة فهو أمر محتمل قراءته على ضوء الحقيقة بأن عدد العروق في هذه الحالة يبلغ ١١ حمضاً أمينياً . أما السمكة فهي أقرب إلينا من الكتيريا لكها بعد عا من الدجاجة . حتى خيرة الخبز تنتسب إلى نفس عائلة الأشكال الحياتية التي تنتسب نحن إليها ، وإن كانت درجة القراءة بعيدة جداً . اما لا نستطيع في هذه الحالة ان نبي وجود مثل هذه القرابة حتى بين هذه الكائنات اللا مثرية وبيننا عندما نجد ، نعم كل العروق الكثيرة ، تطابقات في الحموض الأمينية لاريمانيا و ايريمانيا لا يمكن تفسيرها بعامل الصدفة المحضة .

لكن السيدة دايهوف لا تكتفي بتحديد القراءة بين الأنواع المختلفة على ضوء هذا الترتيب الانزيمي ( ندي كتب الحوث الانزيمية تعرف لأسباب أخرى من زمن طويل ) ، أي انها لا تكتفي بوضع ترتيب للقراءة وانما تريد حساب الفواصل برمييه برقم مطلق محدد . تقول لها حواسها الالكترونية كم مضى وسطياً من الزمن حتى تبادل حمض أميني مع آخر على هذا الموقع أو ذاك من الخزينة ، وعما اذا كان التبادل قد حصل مباشرة أو عبر عدد من الحموض الأمينية الأخرى . مع مراعاة عدد كبير من النقاط والشروط المعقدة الأخرى تمكنت السيدة دايهوف في النهاية من حساب انه قد كان لـ ، نحن البشر ، والدجاجة قبل ٢٨٠ مليون سنة سلف واحد مشترك ، وأن ٤٩٠ مليون سنة قد مضت منذ انفصل أسلافنا البرمائيين عن الاسماك . بأنه قد وجد على الأرض قبل ٧٥٠ مليون سنة كائن حي لم يكن الخلد المشترك لجميع الفقريات .

هذه هي ملء الحشرات أيضاً . فهي تدب امكانيه تصميم من هذه «الرورامة التطورية» متيرة ومتشعبة فإن السيد دايهوف ومساعدوها قد محاوروا حتى هذه المرحله . لقد بدأوا بمساعدة طرق احصائية مركبة ومعقدة بمعدة تصميم التركيب اندي كن عليه ايريم ذلك الخلد المشترك . لقد اوضحوا بواسطة عدد من الامثلة وبصورة مفقعة ان هذا ممكن من الناحية المبدئية . إن عملهم عسير ويحتاج إلى كثير من الوقت لأن حساباتهم لن تشمل ايريميا واحداً وانما عدداً كبيراً من الاريميات ، إذا أريد لها ان تقدم نتائج مفيدة .

سواء الاكبر أو الأصغر هذه الحوث مثله لدرجة تحسن لها الانعاس ، لأنها تقدر ما يمكن في العقود المدمة ، بواسطة الطريقة التي نطقها السيدة دايهوف ، من اعادة تصميم كامل احمسة الانزيمية

لكائن حي منقرض سمرف أيضاً شيئاً عن سلوك هذا الكائن الحي وعن الوسط الذي عاش فيه .  
تمكنا ، منذ زمن طويل ، طريقة تحديد الأعمار بواسطة العناصر المشعة وغيرها من الطرق المشابهة  
من تأريخ (تحديد عمر) المستحاثات المفرقة في القدم . كما يُعلمنا «ميزان الحرارة المستحاثي» ، المصمم  
استناداً إلى مبدأ مشابه ، كم كانت درجة حرارة البحار التي عاشت فيها العظائيات السمكية وغيرها من  
الحيوانات الأولى . إن الطرق التي يتمكن بواسطتها العلماء من استكمال اكتشاف هذه وغيرها من الآثار  
الماضية وجعلها تتكلم ثانية تحقق باستمرار تقدّماً جديدة مذهلة . لقد اكتشف فريق دايهوف طريقاً  
فتح أمام المستقبل أفقاً لم تزل تبدو خيالية اليوم .

عندما نمتلك على هذا الطريق في وقت من الأوقات الجملة الانزيمية لعظائى ما مثلاً ستمكنا هذه  
المعرفة من إعادة إحياء ، على الأقل في أذهاننا ، سلوك وطريقة حياة مثل هذا الفقاري الاسطوري بصورة  
متكاملة لا نعرفها اليوم . تحدد صفوف الحموض الأمينية لكل انزيم منفرد التأثيرات البيولوجية لهذا  
الانزيم . لكن اجمالي جميع هذه التأثيرات الانزيمية يتيح لنا إعادة تصميم التمثل العضوي للكائن المنقرض  
بجميع تفاصيله وخصائصه .

سنتمكن من تحديد التركيب الغذائي الذي تكيف معه هذا الحيوان العملاق القديم . سنستطيع  
قراءة درجة حرارة الوسط المفضل بالنسبة له وكذلك سرعة الاشارات المنتقلة عبر أعصابه وبالتالي طول  
«لحظة الصدمة» لديه (مقدار الزمن الذي يمر عند مفاجاته حتى يتخذ رد الفعل المناسب) . كما أن  
الانزيمات المسؤولة عن العمليات الكيميائية في شبكية عينية ستعطينا فكرة عن الكيفية التي كان يرى فيها  
هذا الحيوان ، المنقرض منذ ١٥٠ مليون سنة ، محيطه . قد تتحقق في يوم ما في المستقبل البعيد إعادة  
تصميم هذا الحيوان ليس فقط في أذهان العلماء الذين نحوا في إعادة تصميم جملة الانزيمية . كنتيجة  
للعلاقة الثابتة المعروفة بين الانزيمات وبين اصطفاغ الأسس في جزيئة الحمض النووي د ن س ، الذي  
(أي اصطفاغ الأسس) يوجه الاصطفاغ النوعي لتركيب هذه الانزيمات ، ستكون إعادة تصميم الشيفرة  
الوراثية لعظائى ما ممكنة من الناحية المبدئية .

عبر ان العلماء قد نحوا فعلاً في الوقت الحاضر في تركيب الحينات (المورثات) والانزيمات الأولى في  
مخابرهم . تعني كلمة «نحوا» هنا ان الجزيئات السلسلية التي حضروها اصطفاغياً قامت عند إجراء  
التجارب البيولوجية عليها بممارسة نشاطها البيو كيميائي المناسب مع صفوفها وتصرفت فوق ذلك  
كنهاذها الطبيعية تماماً .

نرهر هذه المركبات الباجحة الأولى مرة أخرى ، لمن ينظر إلى المسائل المطروحة على بساط البحث  
بدون أحكام مسقة ، أن عمل ونشوء الانزيمات يتم بدون قوى غامضة تقف خارج حدود الملموسية  
العلمية . لكها من ناحية أخرى نتيج أيضاً مجالاً للتفكير بالامكانية الخيالية بأنه قد يصبح ممكناً في  
المستقبل البعيد انتاج الجينات المصممة بالطريقة التي شرحاها والعائدة لكائن حي منقرض من الاحقاب  
الأولى .

هل سنرى إذن يوماً ما الديناصور ؟ هل سيصبح بعضها من جديد ممكناً بواسطة تركيب مورثاتها في

المحابر ؟ إن العدد الهائل من المعلومات اللازمة لذلك والمعرفة الدقيقة للصفوف في جريئات لا يقل عن عدة آلاف من الحينات (المورثات) تجعل هذه المهمة تبدو اليوم غير قابلة للحل . لكن علينا أن لا ننسى أن هذه الصعوبة تتعلق بمشكلة كمية قد يمكن تجاوزها في المستقبل بمساعدة الحواسيب الالكترونية . لكن حتى بعدئذ عندما يتم يوماً ما تجاوز كل هذه المصاعب لن يستطيع علماء الكيمياء البيولوجية هكذا ببساطة البدء بإحياء الكائنات المقرضة حسبما يشتهون مشكلين «حديقة حيوانات مستنائية» حتى لو أصبح مخطط البناء الجيني الكامل للديناصور في جيبهم لن يكونوا على أي حال قادرين عم ذلك . لن يكونوا قادرين لأن «الحياة» ليست عملية تمثل عضوي منعزلة تحصل لدى كائن حي واحد مفرد . إن مثالا الطوباوي يسمحنا في هذا الموقع الفرصة المناسبة للتذكر أن الحياة هي علاقة وثيقة لا تنفك عراها بين الكائن الحي الذي يقوم بالتمثل العضوي والوسط الذي يعيش فيه .

ستوجب على علماء الكيمياء العضوية في المستقبل أن يربوا النباتات القديمة التي كانت تلك الحيوانات تعتمد عليها في غذائها . كما أن غلافاً جويّاً اصطناعياً يتوفر فيه على الأقل شروط احتوائه على نسبة أخفص من الأوكسجين مما يحتويه الغلاف الجوي الأرضي الحالي سيكون ضرورياً أيضاً . علاوة على ذلك يجب أن نحسب ، بنفس الطريقة العسيرة التي شرحناها ، المورثات لعدد لا يحصى من الكائنات الدقيقة التي كانت موجودة في تلك الدنيا القديمة ثم يتم تحضيرها وتربيتها إذ من المنطقي أن نفترض أن قواصم الاحقاقات القديمة كانت تعتمد في نموها على مثل هذه الأنواع من الكائنات الدقيقة كما تفعل جميع الكائنات الحية الحالية

هكذا يتبين لنا لدى التمهيز الدقيق أن المشروع بكامله هو سلسلة لا تنتهي من المقدمات المتحددة باستمرار والمتراطة مع بعضها البعض بطريقة شديدة التنوع والتشعب - إنها نموذج تعليمي غني بالمر عن التأثير الفعال للوسط المحيط ، للبيئة ، في العملية التي نسميها «حياة» . وأحير لكي يتمكن التوازن البيولوجي في حديقة الحيوانات هذه من البقاء قائماً يجب أن تكون هذه الحديقة كبيرة جداً . بالإضافة إلى ذلك فإن تحقيق كل هذه الشروط سيحتاج إلى زمن طويل جداً أيضاً . وفوق كل هذا سوف تظهر لدى محاولة تحقيق هذا المشروع الخيالي لدى كل خطوة مشاكل ومصاعب جديدة لم نغفّر مسبقاً على بال أحد على الإطلاق .

هكذا على هذه الحال تخطر على بالنا فكرة مازحة لكنها بالتأكيد مرضية هي أن نعلم بيولوجيا المستقبل عندما سيسألون حواسيبهم الالكترونية عن الشروط اللازمة لتحقيق مثل هذا المشروع قد يتلقون الجواب التالي : «خذوا حراً سهوياً بقطر حوالي ١٢٠٠٠ كيلو متر واستمروا في حساباتكم التجريبية حوالي ٣ إلى ٤ مليار سنة» .

ضمن هذه المقدمات أجريت التجربة على كل حال مرة واحدة بنجاح .

\* \* \*

## ١٠. الحياة . صدفة أم ضرورة ؟

كم هو مقدار الاحتمال لأن يصطف بالصدفة ٢٠ حصصاً آمينياً مختلفاً في سلسلة مرفقة من ١٠٤ حلقات تماماً بالتسلسل الموحد لدى سيتوكروم سي ؟ الجواب هو ١ إلى ١٠٢٠. إذا ترجعنا هذا الاحتمال إلى اللعبة اليومية بقول : إنه غير ممكن .

هذا هو الوجه الآخر للصدفة التي تستطيع أن تقدم لنا الرهان الملموس على القرابة لقائمة بين كل ما يعيش على الأرض لا يجوز الآن ، بعد أن استخدمنا بسخاء هذه الطريقة في البرهان بما يحتمل الغرض ، أن نحس رعبنا في السؤال عما إذا لم تكن هذه الدرجة من الاحتمال الضئيل تدحض كل ما حاولنا تعليله في هذا الكتاب حتى الآن : الآلية الذاتية للتطور الجاري في الكون ونشوء الحياة الحاصل في إطار هذا التطور بطريقة طبيعية لا حياء عنها .

لذلك نكرر دفعاً لأي التماس . إن احتمال نشوء سيتوكروم سي بالصدفة المحضة يبلغ حسابياً فقط ١ من ٢٠. هذا يعني انه لو بدأ في كل ثانية مرت منذ بدأ الكون حتى الآن انزيم جديد لما بلغ عدد جميع الانزيمات الناتجة سوى ١٠ انزيمات . وحتى لو كانت جميع الدرجات الموحدة في كامل لكون سلاسل انزيمية ، كل دره منها سلسلة أخرى بدون أي تكرار ، لوجد في كامل الكون «فقط» ١٠ جزئية سلسلية مختلفة . أما احتمال أن يوحد بينها جميعها جزئية واحدة وحيدة من سيتوكروم سي فليس يكون حتى في هذه الحالة سوى ١ من ١٠ (أي ١ من ١٠٠٠ كغادريليون) من البديهي أن هذا الاحتمال الضئيل يطبق مبدئياً على نشوء جميع الانزيمات الأخرى وأيضاً على الحموض النووية التي لا غنى للحياة عنها أيضاً . إذا أخذنا هذه الحسابات ، كما هي هنا ، يبدو لنا لا مفر من الاستنتاج : ان الحياة إما ان تكون واقعة غير محتملة بدرجة قصوى ، أي حالة استثنائية فريدة وجدت في كامل الكون مرة واحدة وحيدة هنا على الأرض وهي بالنسبة لهذا الكون ظاهرة لا نموذجية على الإطلاق في كل جانب من جوانبها . أو انه



يوجد حقاً عوامل ما ميتافيزيقية استخرجت الحياة من مجال الصدفة المحضة . كلا الاستنتاجين واسع الانتشار ويتم تكرارهما حتى الاشباع في المناقشات المختلفة .

هناك مثال شهير هو المجادل الذي لا يتحلف عن حضور اية محاضرة حول موضوع نشوء الحياة والذي يسأل المحاضر بلهجة مستهجة ، كم من الزمن يجب أن نخضع ١٠٠٠ تريليون ذرة معدنية لكي تنتج «بالصدفة» سيارة مرسيدس . يوجد أيضاً طريقة اخرى مستحبة لطرح مثل هذا السؤال : كم من الزمن يحتاج قطع مؤلف من ١٠٠ فرد لكي ينتج «بالصدفة» بالضرب العشوائي على ١٠٠ آلة كتابة مقطعا من مسرحية شكسبير

تحدث مثل هذه النوعية من الاعتراضات وقعاً ايجابياً لدى المستمعين ويستطيع من يستخدمها ان يكون متأكداً مسبقاً أنه سيلقى تصفيقاً حاداً . رغم ذلك فإن هذه الحجج غير جديرة بأن تؤخذ على عمل الجدل . بود ان نصح أولئك الذين يستخدمونها بأن يقرأوا شيرلوك هولمز : «لكن ياسيد هولمز» ، يصرخ واتسون قائلاً : «إن هذا غير ممكن على الاطلاق» . «باللعجب» ، يجيب شيرلوك هولمز ، «لا بد انني قد أخطأت إذن في نقطة ما» .

هكذا بالشكل الذي عرضت فيه هذه الحسابات التي تبغني اظهار كم هو غير محتمل نشوء الحياة ماها تقوم جميعها بلا استثناء على خلل منطقي في طريقة التفكير . يتوجب علينا ان نتوسع قليلاً في هذه المسألة لأنها بالرغم مما فيها من حلول منطقي فإن حجتها الاحصائية تلقى رواجاً واسعاً حتى لدى أفضل الدوائر لقد استخدمها عالم الأحياء الانكليزي ف. هـ . ثوري في كتاب صدر مؤخراً بهدف نفي امكانية تفسير الظواهر البيولوجية بواسطة قوانين الطبيعة أما أشهر من أساء استخدام هذه الحجة فهو البيولوجي المرسى حاك مونو الحائز على جائزة نوبل . غير أن الفيرياني الألماني باسكال جوردان يستخدم أيضاً بدون أي حرج سلسلة من «البراهين» الماثلة مبدئياً كي يعمل قناعته بأن الحياة لا توجد على الأرجح في كامل الكون إلا على الأرض .

يظهر الخطأ المنطقي الأكثر وضوحاً في «طريقة برهان» الانكليزي ثوري . يستخدم ثوري من جملة ما يستخدمه المقارنة التي ذكرها عن القروود التي تضرب على الآلات الكاتبة كي تنتج بالصدفة مقطعا من قصيدة لشيكسبير . إنه يقلب في طريقته المشكلة التي توجب على الطبيعة حلها آنذاك في النقطة الخامسة منها رأساً على عقب . لم تقف الطبيعة أبداً أمام المهمة بأن تعيد بالصدفة انتاج شيء كان موجوداً - صف معين من الحموص الأمينية مثلاً - بكل تفاصيله وجزئياته . فقط مع هذه الفرضية الوحيدة تكتسب العمليات الحسابية مع الرقم ٢٠ مدلولاً ذا معنى على الاطلاق .

لقد كانت الأمور في الواقع التاريخي - الطبيعي على الوضع المعاكس تماماً . لنعد مرة أخرى إلى مثال القروود المستخدم والذي لا مدلول له البتة في هذا المضمار : لم تكن الطبيعة أبداً مضطرة إلى الانتظار حتى يكرر قطع من القروود بالصدفة شيئاً كان قد وجد بطريقة ما قبل ذلك . لقد تركت «قروود» الحركة التاريخية الصدوقية تضرب على سطح الأرض كما تشاء لمدة محدودة من الزمن (لنقل : عدة مئات من ملايين السنين) بعد انقضاء هذه المدة اختارت الطبيعة بكل هدوء ، من بين العدد الكبير اللا حصر له

من الصفحات المطبوعة ، بعض الصفحات التي كانت توزع الحروف فيها بنحرف بالصدقة المحضة عن الوسطي العام . استطاعت بعد ذلك استعمال هذه الصفحات لتحقيق أهدافها ، لأن توزع الحروف فيها المحرف عن الوسطي العام جعلها متميزة غير قابلة للالتباس وفتح بالتالي الباب أمام امكانية استخدامها انتقائياً لوظائف محددة

يعني هذا عد نقله إلى واقع الحالة الطبيعية انه في البدء كانت تأثيرات تحريضية متواضعة تكفي لسير عملية التطور . لم يكن المنافسون قد وجدوا بعد . ضمن هذه الظروف تكفي حسب معارفنا الحالية أنواع من الانزيمات ذات ٤٠ أو ٥٠ حلقة فقط على شرط أن يكون بعض الحموض الأمينية فيها موجود على مواقع محددة تماماً . من الممكن إثبات هذا تجريبياً . مهما كان ضئيلاً التسارع الذي أعطى لتفاعلات كيميائية معينة مثل هذا التركيب فإنه كان يعني على كل حال سبقاً ، ولو مهما كان زهيداً ، نتج عنه اوتوماتيكياً تكاثر هذا النوع من الجزيئات .

إذا ما انطلقنا من هذه الحالة الواقعية الوحيدة نتوصل إلى أرقام مختلفة تماماً . اصبحنا الآن دفعة واحدة أمام حالة يكفي فيها نضع ملايين من السيتيدات المتعددة (حموض أمينية قصيرة السلسلة) لتهيئة الفرصة لشئ ابريم أولي وحل المشكلة من أساسها . أما بالنسبة لتشكل الحموض النووية ، التي تستخدم أيضاً كاشية محبة لهذا النوع من تلاعب الأفكار الاحصائي ، كانت القيود المفروضة على الطبيعة قبل سلسلة للانزيمات لم تكن الطبيعة حرة تماماً في تصفيف حلقات السلسلة لأن الشكل الفراغي لدخزئية يؤدي بالضرورة إلى حصول تأثير كيميائي محدد (وإن كان آنذاك لم يزل ضعيفاً) .

أما فيما يتعلق بتشجير الحموض النووية (د ن س) فإن حتى هذا الشرط لم يكن موحوداً . هنا كانت الطبيعة ، حسب معارفنا الحالية ، حرة في أن تعطي الأسس المختلفة وترتيب اصطفاها أي معنى هيأته الصدفة . لذلك فإن المحاحة الاحصائية لا تصلح هنا البتة ولا معنى لها .

لكي نعر مرة أخرى عن هذه المسألة بطريقة بسيطة نقول . إن القول ، بأن عمر الكون لم يكن ليكفي خعمل سيتوكروم سي (أو أي انزيم آخر موجود الآن) بنشأ مرة أخرى بالصدفة تماماً بنفس الشكل الذي هو عليه اليوم ، هو قول صحيح تماماً . لكن الطبيعة لم تواجه في أي وقت من الأوقات هذه المهمة بل إنها اتحت أولاً بالصدفة عدداً كبيراً جداً من الجزيئات المختلفة ثم استخدمت من هذه الجزيئات لبدء عملية التطور البيولوجي تلك التي كان لها بالصدفة تأثير تحريضي (ضعيف بالتأكيد في البداية) على مادة تفاعلية ما .

طريقة وحيدة الجواب أيضاً مشابهة لطريقة ثوريي يحاجج أيضاً جاك مونو المولع بتكرار مقولته عن أن الانسان هو نتيجة لتطور حصل بصدفة غير قابلة للتكرار وانه : «يحتل مكانه كالتوري على طرف الكون . على ضوء البنية الحالية للطبيعة الحية لا نستطيع أن ننفي الفرضية - لا بل على العكس نرجح أن الحدث الحاسم (أي ظهور الحياة لأول مرة على الأرض) قد حصل في كامل الكون مرة واحدة وحيدة . وهذا يعني أن الاحتمال البدئي لحصول هذا الحدث كان يقترب جداً من الصفر» . إن هذا الإدعاء صحيح بما لا يقل الجدال . لكنه لا يرهس على أي شيء ، لأن حملته الأولى تتضمن

تعميماً غير مسموح. وأما حملته الثانية فلا تحتوي لها . إذا ما غصنا استنتاجات مونو نجد فيها الخطأ المنطقي الذي نجده لدى ثوري لكنه عند الأول لا يظهر جلياً كما هو الأمر عند هذا الأخير . أما التعميم غير المسموح فهو ان مونو يقول ان ظهور الحياة على الأرض هو حسب جميع الاحتمالات حدث واحد وحيد . يكس التعميم في هذه الحملة في كونها ناقصة . كان يتوجب على مونو ان يقول : « وان ظهور الحياة بالشكل الخاص الذي اتخذته على الأرض ... » . تتضمن الحملة هذا المعنى الذي يستخدمها فيه مونو وبدون أي تعليل (ولذلك بطريقة غير مسموحة) الادعاء بأن الحياة على الأرض لم تكن لتستطيع أن تتحقق إلا بالشكل الذي نعرفه - أو لا تتحقق التة - أما الحملة الثانية فلا تحتوي لها لأن كل حدث منفرد يكون احتمالاه قبل حصوله «قريباً من الصفر» .

لننظر إلى هذه المسألة لغرض التسيط على ضوء مثال في منتهى البساطة . لنأخذ مثال القرميدة التي تسقط بالصدفة من على سطح الناية . إنها تصطدم بأرض الرصيف وتتحطم متحولة إلى ثبات الشطايا الصغيرة والأصغر والأصغر . عندما ندقق لاحقاً التورع الذي اتخذته هذه الشطايا على الرصيف فأننا سنتوصل بالضرورة إلى الاستنتاج بأن الحالة الملموسة لهذه القرميدة المعية يجب ان تكون في كامل الكون حدثاً فريداً غير قابل للتكرار ؛ اذ اننا نستطيع ان نقول باحتمال كبير جداً أن تساقط القرميدة على الرصيف طيلة عمر الكون لن يؤدي تماماً إلى نفس التوزع الذي اتخذته شطايا هذه القرميدة . بكلمات أخرى . ان احتمال هذا الحدث ، اي احتمال ان يحصل مع كل توابعه هكذا وليس على شكل آخر ، كان قبل حصوله «قريباً من الصفر»

كل هذا صحيح تماماً ، وكل هذا غير هام أصلاً . سوف لن يكتسب أية أهمية إلا عندما يتوجب علينا ان نستنتج من كل هذه الأفكار ان الإحتمال الضئيل جداً للحالة التي راقبناها ، اي حالة سقوط القرميدة ، يجعل هذا الحدث غير ممكن تقريباً . لكن هذا الاستنتاج هو تماماً الاستنتاج الذي يتوصل إليه مونو

إن ما يقوله مونو هو في النهاية التالي : إن الحياة التي نراها حولنا هي بكل وصوح نتيجة لصدفة فريدة حصلت مرة واحدة فقط . (في وقت ما من التاريخ القديم يجب أن تكون قد وجدت لحظة توقفت فيها جميع الحياة الحالية على فرصة بقاء حليلة بدئية ملموسة وحيدة) . إن الاحتمال بأن تتكرر الحياة بالشكل الذي اتخذته كنتيجة لتكاثر وتطور سلالة هذه الحليلة البدئية الملموسة ، بأن تتكرر بالصدفة مرة أخرى على الأرض أو تنشأ بالصدفة في موقع آخر من الكون «يقتر من الصفر» . حتى هذه النقطة ليس لنا أي اعتراض على تسلسل الأفكار . لكن مونو يتابع (بشكل صريح أحياناً وبثلميح بين السطور أحياناً أخرى) قائلاً : إذا كانت الحياة على الأرض تمثل حالة شديدة الاستثناء فإن هذا يعني في نفس الوقت أننا نستطيع ان نقول باحتمال يقتر من المؤكد إنها لم توجد في أي مكان آخر في كامل الكون . وهذا هو الخطأ

إنه خطأ تماماً كما لو استنتجنا من عدم امكان تكرار حالة القرميدة الساقطة من السطح بكل تفاصيلها وجزئياتها ان القرميد لا يسقط عملياً من السطح على الاطلاق . سيكون هذا الاستنتاج جائراً

فقط فيما لو استطعت أن أبرهن أن العرميد لا يسقط عن الاسطحة إلا بهذه الطريقة المحددة وبمفس  
النتائج الملموسة غير ان هذا غير وارد على الاطلاق . لكن هذا هو الافتراض الذي ينطلق منه موبودون  
أن يعلله : إنه يفعل هكذا وكأن الحياة لا يمكن بالتأكيد أن توجد على أي شكل يحرف عن الشكل الذي  
نعرفه .

نفس الاعتراض ينطبق أيضاً على استنتاجات باسكال جوردان . يتبنى جوردان أيضاً وجهة النظر  
بأن الحياة العنصرية هي ظاهرة طبيعية تعتبر بالمقاييس الكونية نادرة وغير اعتيادية لا بل إنها على الأرجح  
حالة خاصة تحققت مرة واحدة فقط هنا على الأرض . أهم حجة لديه هي «وحدانية الأصل» أي احذار  
جميع الحياة الأرضية عن بذرة واحدة وحيدة وحدث في الاحقاب القديمة . «لما استنتجته فهو كما يلي : كم  
هي غير محتملة وكم هي نادرة ظاهرة «الحياة» ، هذا ما يستطيع استنتاجه من أن الطبيعة خلال مليارات  
السين من العمل على الأرض لم تتمكن سوى مرة واحدة من تهيئة المقدمات اللازمة لشوء الحياة من  
خلال بذرة وحيدة فريدة معزلة

إني ببساطة لا أستطيع ان أفهم كيف يحاجج هذه الطريقة نفس الرجل الذي يقول (بطريقة  
صائفة) في نفس المقال إنه من المؤكد أن عدداً كبيراً من الاشكال الحياتية المختلفة قد انقرضت مراراً وتكراراً  
خلال مسيرة التاريخ التطوري للحياة . لا يذكر جوردان بكلمة واحدة الامكانية بأن الحياة لا بد أن تكون  
قد حاولت خلال هذه المليارات من السنين مرة تلو المرة تثبيت أقدامها على الأرض . لماذا يغفل عني  
عن الامكانية ، لا بل الاحتمال بأن مركبات حريثة جديدة ومتحددة باستمرار قد نشأت خلال هذه  
المليارات الأربعة من السنين وتمكنت بهذه الطريقة أو تلك لفترة طويلة أو قصيرة من البقاء طقاً لمدأ  
الدورة التي شرحناها في الفصل السابق ؟

لا شك انه صحيح ان جميع الكائنات الحية الحالية تنحدر من جذر واحد . لقد سبق وشرحنا الآثار  
الجلية لهذه القراءة الشاملة . لكن كيف يستطيع شخص يعيش على كوكب عاصر بناء العظاميات  
وانقراض الكائنات العملاقة واختفاء عدد لا يحصى من الفصائل والأنواع الأخرى ، التي اضطرت لأن  
تخفي الساحة للمنافسين المتفوقين الذين تكيفوا بطريقة أفضل ، أن يستخلص من كل هذا استنتاجاً أحادياً  
هذا الشكل ؟ أليس مرجحاً أن يكون الحد المشترك لجميع أنواع الحياة الأرضية الحالية هو الكائن الوحيد  
الذي احتاز سلام المنافسة المبررة التي استمرت عدة مئات من ملايين السنين ؟

إن شمولية الشيفرة الوراثية والتطابق في سلاسل الحموض الأمينية للانزيمات ، الذي لا يمكن اعتباره  
مصادفة ، وجميع الشواهد الأخرى من القراءات الحسية هي ليست بالضرورة ، كما يفترض جوردان دون  
مناقشة ، مرهناً على وحدانية هذا الطريق . بل ان الأرجح من ذلك هو الافتراض انه في التاريخ المسكر  
للأرض وجد عدد كبير من البدايات المختلفة لتشكل الحياة ، أي من «المشاريع» الحياتية المختلفة ، بقي  
من بينها جميعها مشروع وحيد (الأصح ، الأفضل) هو الذي انتصر في النهاية

لبدء كل شيء مرة أخرى من البداية ، لو تمكنت قوة ما من إعادة الزمن ٤ مليارات سنة إلى الوراء  
ووضعت الأرض الأولى مرة ثانية أمام مهمة نشر الحياة على سطحها ، سوف لن ينتج بالتأكيد نفس ما نراه

حولنا اليوم . إن تكراراً مطابقاً تماماً لما هو قائم اليوم يعتبر غير محتمل بتاتا ، أي ان الاحتمال بأن «تعني» نفس الشيفرة الثلاثية الأساسية نفس الحموض الأمينية وان تنتج عن ذلك صفوف الانزيمات المعروفة بالنسبة لنا وكذلك نفس علميات التمثل العضوي - وأن تتوصل فوق ذلك عملية التطور ، منطلقة من العدد الهائل من الامكانيات الموجودة ، إلى ان تشكل من الخلايا ، ضمن الشروط المتبدلة للوسط ، مرة أخرى بالتحديد والضغط نفس الاشكال الحياتية التي نعرفها من طيور وأسماك وحشرات وثندييات ، هذا الاحتمال هو بدون شك «قريب من الصفر» .

إلا أنه لا يوجد حسابات ولا احصاءات تنقضي الافتراض ان الأرض سوف تمتليء رغم ذلك بالحياة مرة أخرى . كل ما عرضناه حتى الآن من اتجاهات ومسار عشرة مليار عاماً من التاريخ الممتد حتى هذه اللحظة يؤيد العكس . إن وجهات نظري ومونو وجوردان تقوم ، كما حاولت أن أبرهن ، على احكام مسقة وليس على فرضيات معللة لذلك نستطيع أن نكون متأكدين ان التطور الذي قطع كل هذا الطريق الطويل لن ينقطع في هذه النقطة لأن الصدفة والاحصائيات لا تجيز تكرار مساره التالي بكل تفاصيله وجزئياته .

\*\*      \*\*      \*\*

## القسم الثالث

### من الخلية الاولى حتى احتلال اليابسة

#### ١١. عبيد خضر صغار

من يراقب حلية حالية لمحجر يرى منذ اللحظة الاولى أن ما يشاهده هو أكثر من مجرد كيس مملوء بالبروتين . لدى تكبيره الى درجة كافية يظهر هذا الكائن المجهرى كعضو معقد التركيب . لقد مكنتنا المحجر الالكتروني من إلقاء نظرة شاملة على جميع مكوناته . إن تركيب هذه القطعة الأساسية في ساء انطبعة الحية هو اليوم ، بعد ٣ مليار سنة من التطور البيولوجي ، على درجة عالية من التعقيد . يوحد اليوم في أغلب الخلايا سلسلة كاملة من «العضيات» العالية التخصص . يعبر عالم الأحياء بهذا الاصطلاح عن تشكلات متميزة الشكل وواضحة الحدود موحدة في جسد الحلية ويمكن التعرف عليها بوضوح . لقد أصبحنا نعرف اليوم أن كل تميز في الشكل يترتب عليه تميز في الوظيفة أيضاً . يتعلق الأمر لدى هذه المكونات الخلوية بنى تشبه (تقابل) الأعضاء لدى الكائن الحي الكثير الخلايا . ومن هنا جاء اسمها

أكثر وأوضح هذه البنى هي نواة الخلية . قد نستطيع اعتبارها - وإن كان وجه الشبه بعيداً - دماغ الخلية . في هذه النواة تتربط الحموض النووية مشكّلة الجينات وهذه بدورها مشكّلة الكروموزومات (الصفيات الوراثية) التي يسم بمساعدتها توحيه ساء الخلية وتمثلها العضوي وجميع وظائفها الاخرى استناداً الى محط محدد يتنقل وراثياً . لقد تعلمنا جميعاً في المدرسة أن الدقة الهائلة ، التي تنقسم فيها هذه الكروموزومات قبيل كل انقسام خلوي ، مشكّلة أنساقاً متقابلة كصور المرأة ، هي المقدمة الضرورية لكي يحصل كل من الخليتين الحديدتين الناشئتين على «نسخته» من هذا المخطط الذي لا غنى للحياة عنه .

هناك عصيات اخرى هامة يسميها البيولوجيون : الجسيمات الكوندرية والجسيمات الريبية والجسيمات الحصر والأهداب الحركية . لقد أشار كشف تركيب ووظيفة هذه وغيرها من العصيات أن الخلية الصغيرة التي تبدو بسيطة تحتوي على قدر عال من تقسيم العمل .

يطلق العلماء على الجسيمات الكوندرية أيضاً تسمية «محطات الطاقة» الخلوية حسب كل ما نستطيع ملاحظته الآن تجري على السطح الخارجي للأغشية الرقيقة ، التي تتألف منها هذه الجسيمات ، العمليات الانزيمية التي تستمد منها الخلية الطاقة اللازمة لوظائفها ونشاطاتها المتعددة . أما الجسيمات الريبية فهي معامل الانتاج في هذه الوحدة الصغيرة . إنها تنتج بناء على أوامر النواة جميع البروتينات ، أي الانزيمات وغيرها من المركبات البروتينية التي تحتاجها الخلية . لقد اكتشف العلماء في السنين الأخيرة أن للجسيمات الريبية عملياً القدرة الشاملة على انتاج أي نوع من أنواع البروتينات . كيفما كان نوع البروتين الذي «تكلفها» النواة بانتاجه فإنها تعدل برامج الانتاج فوراً وبدون أي تردد واصعة في خط الانتاج الربامج المطلوب .

يتوجب هنا أن نذكر باختصار كيف يتمكن العلماء من دراسة حتى التفاصيل الدقيقة لوظائف هذه الأجزاء المنفردة الصغيرة من الخلية (الجسيمات الريبية مثلاً صغيرة لدرجة أنها لا تُرى إلا بالتصوير المجهرى الالكتروني وهي جسيمات كروية الشكل) . لقد طور العلماء لهذا الغرض طريقة ذكية يستطيعون بواسطتها دراسة الخلية دون أن يلحقوا بذلك أي ضرر بالأجزاء المنفردة الناشئة . يقومون أولاً بتخريب الغشاء الخارجي الذي يحافظ على الخلية مجتمعة . يوجد لهذا الغرض امكانات مختلفة . احدى هذه الطرق الناجعة هي استخدام الموجات فوق الصوتية التي تحطم غلاف الخلية . حديثاً يستخدم العلماء غالباً انزيمات تحل جدار الخلية (منها مثلاً الانزيم «ليزوزيم» ) . من الطبيعي أنهم لا يفعلون هذا مع خلية منفردة وإنما مع قطع كاملة من النسيج التي تحتوي عدة ملايين من الخلايا .

بعد معالجة الخلية بالموجات فوق الصوتية أو بالانزيم ليزوزيم يحصلون على ما يسمى «مظومة خلوية حرة» . إن هذا ليس سوى محلول متجانس تسح فيه الآن جميع مكونات الخلية بصورة طليقة بعد أن تحررت من غلافها . عندما ندرس مثل هذه «المنظومة الخلوية الحرة» نتأكد أن معظم عمليات التمثل العضوي التي تحصل في النسيج المدروس لم تزل تحصل في المنظومة الحرة . وهذا برهان على أن العضيات المسؤولة عن هذه العمليات لم تزل تقوم بوظيفتها .

أما الخطوة التالية فتقوم على عزل كل نوع على حدة من أنواع العضيات (الجسيمات الكوندرية أو الجسيمات الريبية أو الجسيمات الخضر الخ . ) التي نريد دراسة وظائفها . لا شك أن الحكمي أسهل من الفعل . كيف سستطيع فصل هذه الأعضاء الخلوية الدقيقة من السائل المخاطي الذي نتج عن معالجة الخلية بالموجات فوق الصوتية ؟ من البديهي أن الطرق الكيميائية غير واردة لأنها ستؤدي في أي حال الى إلحاق الضرر بالمكونات الحساسة . لكن «اصطيادها» يدوياً بواسطة المشرحة المجهرية سيكون أيضاً معقداً وعسيراً لا يكفي معه الوقت الضيق المتوفر قبل موت العضيات لعزل كمية كافية لاجراء الفحوص الوظيفية .

للخروج من هذا المأزق لجأ العلماء الى الاستفادة من فروق الوزن القائمة بين مختلف أنواع العضيات المتفاوتة الحجم . عندما نصب المنظومة الخلوية الحرة في انبوب اختبار ونتركها ساكنة لمدة معينة ترسب في القاع أولاً القطع الأكبر ، تنف الغلاف وشقف من النواة مثلاً . عندما نصب بعدئذ من

الايوب يحدر السائل المتقي فوق الراسب نكون قد فصلنا بقية مكونات المحلول الحبيبة عن القطع الأكبر .

أما الخطوة اللاحقة فتحصل بتقوية القوة المساعدة على الترسب بتعريض اسوب الاختبار الذي يحتوي السائل الى تأثير القوة الباردة عندما يكون في البداية عدد الدورات محققاً ترسب في البدء الاجراء الأثقل وهي الحسيمات الخضر الثقيلة نسبياً . عندما يحصل هذا نصب المحلول مرة اخرى في اسوب آخر ثم تعرضه مجدداً للقوة الباردة لمدة ٢٠ الى ٣٠ ساعة مع رفع سرعة الدوران شيئاً فشيئاً هذه الطريقة تحصل خطوة خطوة على رواسب من أجزاء الخلية الأحف ثم الأنف وهكذا . .

إذا ما حصل كل هذا بالعناية والخبرة اللارمتين يحصل أخيراً على رواسب يتألف كل منها من نوع واحد من العصيات . غير أننا لكي نتمكن بهذه الطريقة من التشتت الخلوي من عزل حتى الحسيمات الربية الصغيرة بصورة خاصة يجب أن نسي بواند خاصة تولد لدى دوراها سرعة ٥٠٠٠ دورة في الثانية قوى بابة تفوق قوة جاذبية الأرض بحوالي ٢٠٠٠٠٠ مرة . عندئذ فقط تتكثّر هذه احسيمات الدقيقة وتبدأ بالتجمع كراسب في قاع الانبوب

عندما نحصل بهذه الطريقة على مجموعة نقية قدر الامكان من الحسيمات الربية نستطيع أن نجري عليها التحارب المهدفة . يتم هذا بصورة عامة بإضافة مجموعات المكونات الأخرى كل على حدة الى هذه المجموعة ومن ثم دراسة ما يحصل إذا ما أضفنا مثلاً الى مجموعة الحسيمات الربية حموضاً نووية ، حيث تُشفر من المواد البروتينية . عندئذ تبدأ فوراً هذه المنظومة الخلوية الحرة المؤلفة من حسيمات ربية وحموض نووية بانتاج الحسيمات البروتينية المناسبة (طبعاً على شرط أن تكون الحموض الأمينية اللازمة متوفرة في الخليطة) . لن يكون الانتاج وثيراً ضمن هذه الشروط كما هو الأمر في حال الخلية العاملة لكن هذا شيء متوقع على ضوء الاجراءات القسرية التي قمنا بها والظروف السائدة غير الطبيعية

هذه الطريقة من الدراسة للمجموعات الخلوية المفردة أصبح ممكناً لأول مرة التأكد من أن الحسيمات الربية هي العصيات المسؤولة عن تركيب البروتينات . علاوة على ذلك فقد نجحت هذه الطريقة في إثبات «الطابع الاسيراتي» للشيفرة الوراثية ، الذي سبق وتحدثنا عنه . نستطيع أن نصيف الى مجموعة الحسيمات الربية المأخوذة مثلاً من كبد أرب حمضاً نووياً (تعتبر أدق د ن س) مأخوذاً من أي مصدر لا على التعيين ، من الطيور أو الأسماك أو البكتريات أو أي كائن حي آخر . رغم ذلك فإن اجسيمات الربية «تهم» الشيفرة الموحدة في د ن س دون أن تواجهها أية صعوبات في الترجمة وتبدأ في كل الأحوال فوراً بانتاج البروتينات المطابقة للبرنامج . ترهه هذه النتيجة ليس فقط على التماثل الشامل للشيفرات الوراثية وإنما فوق ذلك وفي نفس الوقت على قدرة الحسيمات الربية عملياً ، كما سبق وذكرنا ، على تعيد أي برنامج حمص - نووي يطلب منها .

إن مثل هذه المرونة هي في الظروف العادية معيدة دائماً إذ أن «طرازاً» واحداً من «الآلات» يكفي الخلية لانتاج جميع البروتينات المختلفة التي تحتاجها . غير أنها من ناحية ثانية برهنا آخر على القدرة الفائقة للكائنات الحية على التكيف وميلها الدائم الى استثمار جميع الامكانيات المتوفرة في الوسط الذي



تعيش فيه ، وعلى أن متمعضيات حية قد نشأت خلال عملية التطور استفادت من هذه البرمجة المفتوحة للجسيمات الريبية . إنها بالتحديد الفيروسات التي سبق وتحدثنا عنها باختصار . سوف لن نبالغ إذا قلنا ان هذه القدرة الكلية للجسيمات الريبية تشكل الأساس الذي يقوم عليه وجود هذه الفيروسات التي قد تكون أغرب الكائنات الحية الأرضية .

تترتب على قدرة الجسيمات الريبية المفتوحة وعلى شمولية الشيفرة الوراثية مجتمعتين نتيجة خاصة . إن الجسيمات الريبية لا تنتج فقط البروتينات الموجودة في الخلية التي تنحدر منها هذه الجسيمات ذاتها . إذا ما أخذنا مجموعة من الجسيمات الريبية ذات منشأ بشري وأضفنا إليها حموضاً نووية د ن س مأخوذة من نوى خلايا قنفذ البحر ، عندئذ تبدأ فوراً الجسيمات الريبية البشرية بإنتاج بروتينات قنفذ البحر بما في ذلك تلك الأنواع التي لا وجود لها لدى الإنسان على الإطلاق . لذلك إذا ما تمكن البشر يوماً ما من تركيب حموض نووية د ن س اصطناعياً وتزويدها ببرنامج يعود لجسم بروتيني غير موجود في الطبيعة فإن الجسيمات الريبية المضافة الى هذا الخليط سوف تتمكن ، على الأرجح ، من حل هذه المشكلة الانتاجية المخالفة للطبيعة .

إذا كانت البروتينات مثل الكلمات التي تتألف حروفها من حموض أمينية فإننا نستطيع تشبيه الجسيمات الريبية بالآلات الكاتبة التي يمكن عملياً بواسطتها عند استخدام نفس الحروف دائماً كتابة عدد لا محدود من الكلمات المختلفة . يتم استغلال هذه الامكانية من قبل الفيروسات . لقد تحدثت باختصار في الفقرة السادسة من هذا الكتاب عن الحياة غير الاعتيادية للفيروسات . اقتصرنا هناك على القول ان الفيروسات توصلت الى أن تجعل الخلية تنتج جينات فيروسية بدلاً من أن تنتج الحزنيات التي تحتاجها هي ذاتها على الرغم من أنها بذلك تدمر نفسها بنفسها . الآن أصبحنا قادرين على أد نفهم بدقة كيف يحصل هذا . إن الفيروسات هي عملياً «مورثات لا جسم لها» . إنها لا تتألف إلا من حبل حمض - نووي يحتوي شيفرة تركيبه ذاته ومخطط بناء الغلاف الذي يضمه . عندما يقوم الفيروس بمهاجمة خلية ما يحصل هذا ، كما سبق وذكرنا باختصار ، بأن يتعلق الفيروس أولاً على جدار الخلية ثم يقوم بثقبه ويفرغ بعدئذ عبر الثقب حمضه النووي (أي يفرغ «ذاته» ، إذا ما غضضنا النظر عن الغلاف) في جسد الخلية . تقوم الخلية بعدئذ بنقل الحموض النووية ، التي نفذت الى داخلها ، الى الموقع الذي تتواجد فيه عادة الحموض النووية في الخلية السليمة : أي الى نواة الخلية . لكن عندما يصبح الحمض النووي الفيروسي هناك يقف ببساطة بجانب أحد الحموض النوية الكثيرة الموجودة في الخلية والتي تشكل هنا برنامج قيادة الخلية - ينتج عن ذلك تغير مفاجئ لكامل برنامج الخلية تترتب عليه تبعات خطيرة . لقد حل كشف هذه العملية واحدة من أكبر الاحجيات التي شغلت المختصين في البحوث الفيروسية عدة عقود من السنين . بالإضافة الى المصاعب الكثيرة التي واجهتهم سبب ضالة حجم هذه الفيروسات (التي لا ترى إلا بالمجهر الالكتروني) واحتمهم نوع من «الظاهرة الشجية» . فور ما يهاجم فيروس ما الخلية يختفي بدون أي أثر . بعد مضي حوالي ٢٠ دقيقة ، عندما تبدأ الخلية المصابة بالموت ، يشاهد الباحثون الفيروسات ثانية . غير أنها الآن ليست فيروساً واحداً وإنما عدة مئات منها دفعة واحدة .

كانت هذه في الواقع هي الفيروسات التي أنتجتها الخلية المصابة خلال الوقت المنصرم كحلف لداك الفيروس الذي دخل الى الخلية . أما ما حصل بالفيروس الأول نفسه فقد كان آنذاك لم يزل غامضاً . ليس هناك ما يبعث على العجب في أن يواجه الباحثون صعوبة في إيجاد فيروس دخل الى داخل الخلية ، إذ لم يبق منه في هذه اللحظة إلا ما سببه من «حمولة رائدة» ، أي الحل الحمض - نووي . لذلك فإن البحث عنه في نواة الخلية ، التي تحتوي على مئات الآلاف من حثيات الحموص النووية ، يشبه البحث عن جملة قصيرة لا تريد عن نصف سطر في موسوعة مؤلفة من عشرين مجلداً . إذ أن الفيروس ، أي سلسلة الحمص النووي التي يتألف منها وحدها الآن ، أصبح في هذه اللحظة جزءاً من البرنامج المخود في نواة الخلية وبالتالي «اختفى فعلاً» .

لا يحتاج المرء لأن يكون حقوقياً كي يستطيع أن يعرف أن حملة وحيدة مضافة لاحقاً الى نص ما يمكن أن تعبر معنى كامل النص أو لربما تحولته الى بقبضه . هذه هي بالضبط الخدعة التي يعيش عليها الفيروس . يدخل حمصه النووي (أي الفيروس ذاته لأنه لا يتألف من أكثر من ذلك) في صلب «نص» لبرنامج المؤلف من سلاسل الحموص النووية للخلية وفي الموقع الذي يعطي هذا البرنامج معنى مختلفاً تماماً . تصدر الخلية الآن حملاً تعليمات الى جسيماتها الريبية لانتاج الانزيمات (ها تصبح القدرة الشاملة هذه الجسيمات شراً مستظيراً) التي تصنع بدورها من مواد حصد الخلية حموض نووية فيروسية مع أعلقتها .

يجري كل هذا بسرعة مذهشة . اد بعد حوالي ٢٠ دقيقة تكون قد نشأت في الخلية مئات الفيروسات التي هي صورة طبق الأصل عن داك الغازي الذي «احتفى» بالطريقة التي وصفناها . بذلك تكون الخلية ، حاضنة خصوصاً أعمى لبرنامج بوائها الحديد المحرف ، قد دمرت نفسها باستهلاكها للمادة ، التي تتكون منها هي ذاتها ، في انتاج فيروسات جديدة . وهكذا تموت وتتفكك . يؤدي تفككها الى تحور الفيروسات الجديدة الناشئة التي تقوم بمهاجمة خلايا أخرى وهكذا .

لم أقم نادراج هذا الجروح عن الموضوع ، متحدثاً عن التحول الحياتي الغريب للفيروسات ، في سياق وصف بعض العضيات الخلوية الهامة لأن هذه كانت فرصة مناسبة لشرح عمل الجسيمات الريبية . سوف نحتاج للمعلومات الجديدة التفصيلية حول الفيروسات في فصل لاحق . مهما كانت الطريقة ، التي كانت تستغل الفيروسات بواسطتها القدرة الواسعة للجسيمات الريبية وتماثل لغة الشيفرة الوراثية ، مذهشة فإن الحكاية لم تنته بعد . منذ عدة سنوات تتكاثر المؤشرات على أن التكتيك الأناني للفيروسات لم يعب في النهاية في عملية التطور البيولوجي سوى دور الخصوصية المتميزة لـ «المحيط» التي ، عند وضعها في إطارها الصحيح ، تجلب الفائدة للتطور ككل . قد يكون ممكناً ان الفصل في وجودنا ووجود جميع الاشكال الحياتية العليا الأخرى على الأرض يعود إلى هذه الطريقة الفريدة في التكاثر الموجودة لدى الفيروسات (سنشرح هذه النقطة في فصل لاحق) .

أما الآن فلنعد إلى الخلية وعضياتها . لقد تحدثنا عن نواة الخلية وعن الجسيمات الكوبديرية وعن الجسيمات الريبية . بقي علينا ان نتحدث عن الأهداف الحركية والجسيمات الحصر . لن تصح دراستنا بذلك مكتملة تماماً لكن اقتصاراً على هذه العضيات الأهم يمي بفرض التسلسل الفكري الذي نشده .

لنرى في مجال التشابه مع الأعضاء : يمكن تشبيه الاهداب الحركية بالأطراف الموجودة لدى الكائنات الحية العليا ؛ إذ انها تستخدم لانتقال الخلايا التي لها مثل هذه الاهداب (الأمر الذي لا يطبق على جميع الخلايا) . تقوم هذه الجسيمات الشعرية بانكماشات وبضربات إيقاعية منتظمة تعمل كالمجاديف بحيث تتمكن الخلية الحرة السابحة في الماء بمساعدتها من التقدم بسرعة عالية نسبياً . لا نحتاج لأن نبرهن ان لهذه الآلية فوائد لا تحصى (لدى البحث عن العداء وقبل كل شيء ايضاً عند الحرب) .

من الناحية الأخرى فإن مقارنة الاهداب الحركية بالأطراف ليست دقيقة . هذا ما سنتأكد منه بسرعة عندما نلقي نظرة على ما حصل مع هذه الاهداب في عدد من الحالات خلال محرى عملية التطور . واحدة من أهم التطبيقات وأكثرها انتشاراً نجدها لدى ما يسمى «الاعشبة الاهتزازية» . تتألف الطبقة العليا من الاعشبة الاهتزازية ، أو الاعشبة المخاطية ، الموجودة في الأنف وفي كامل المجاري التنفسية حتى أدق تفرعاتها لدى البشر ولدى كثير من الكائنات الحية الأخرى من خلايا سطحة يغطي سطحها العلوي الحر عدد لا حصر له من الشعيرات (الاهداب) القصيرة . عبر كامل طول المجاري الهوائية لدينا يكون ايقاع الحركة هذه الشعيرات المجهرية الدقيقة منتظماً بشكل ان تنشأ موجات تتحرك دائماً عبر كامل الاعشبة التنفسية باستمرار وفي نفس الاتجاه كما يتحرك حقل من القمح تب على سطحه رياح منتظمة باتجاه واحد .

تتجه الحركة دائماً من الأسفل إلى الأعلى ، أي من الداخل باتجاه البلعوم والهم والأنف . لا شك أن الهدف واضح . بهذه الطريقة تدفع الاعشبة الاهتزازية الغبار والأجسام الغريبة الأخرى ، التي تدخل المجاري التنفسية مع الهواء ، من الرئة إلى الخارج مرة أخرى . هذا هو السبب الذي يجع المدمنين على التدخين يسعلون كثيراً لأن الدخان يؤدي بسرعة هذه الأعشبة بحيث لا تستطيع نارسة وظيفتها التنظيمية . ينتج عن ذلك التهابات في الأعشبة المخاطية يرافقها تزايد انتاج المحاط وتبجات تؤدي إلى السعال .

من السهل ان نلاحظ ان شعيرات الاعشبة الاهتزازية تماثل الاهداب الحركية في الخلية المنفردة الحرة ، إذ لا فرق من حيث المبدأ بين ان يحرك بالمجاديف زورقاً حراً وبين أن نربطه ونحدث بتحريك المجاديف تياراً في الماء المحيط به . وبما أن الخلايا الاهتزازية في المجاري التنفسية مثبتة من الجهة السفلى لذلك لا تؤدي اهتزازات هدياباتها إلى تحريكها بل إلى حدوث تيار منتظم في الطبقة الرطبة ، التي تغطي الغشاء المخاطي ، ينقل الاجسام الغريبة إلى الخارج .

لكن وجه التشابه (بين الاهداب الحركية والأطراف) يصعب نهائياً عند اشكال أخرى من الطرق التي استخدم فيها التطور هذه الاهداب . هناك كثير من المؤشرات التي تدل على أن خلايا لنظر الحساسة بالضوء في شبكية الحيوانات الأعلى هي انواع خاصة متطورة من الاهداب الحركية . لم ينصح حتى اليوم الطريق الذي سلكه هذا التحول الوظيفي اللامتوقع خلال الملايين من السنين .

أحر العضيات التي نود التحدث عنها هنا هي ما يسمى «كلوروبلاست» . تعني كلمة «كلوروبلاست» (باللغة اليونانية) «أخضر» . أي أن الكلوروبلاستات هي ، بالترجمة الحرة ، بي تستطيع ان تصنع اللون

الأحضر. لذلك سميها «الحسميات الصانعة الخضراء» أو «الجسميات الخضراء». إن الجسميات الخضراء كبيرة (يبلغ قطرها ٥ إلى ١٠ من الألف من المليمتر) لدرجة أننا نستطيع مشاهدتها بالمجهر الضوئي وبالتالي التعرف على لونها (أما المجهر الإلكتروني فلا يعطي سوى صور فوتوغرافية مكبرة باللون الأسود - أبيض). تظهر تحت المجهر الضوئي بوصفها في الهياكل الخلوية كجسميات صغيرة حمراء عدسية الشكل.

من المهم جداً أن نذكر أن الجسميات الخضراء ليست موجودة لدى جميع الخلايا. توجد هذه العضيات الخلوية فقط في محال محدد تماماً معروف من قبلنا جميعاً يقسم عرصياً مملكة الطبيعة الحية. تكتسب الجسميات الخضراء لونها الأخضر مما تحتويه من مادة الكلوروفيل (التي تسمى) أي المادة الملونة للأوراق. إن الخضرة الموجودة في جميع الأوراق النباتية والخضراوات والفواكه النباتية الدنيا تعود حصراً إلى لون الجسميات الخضراء الصغيرة. لا تحصر لها الموجودة في خلايا هذه النباتات وفي خلايا جميع النباتات الأخرى تقريباً. توجد الجسميات الخضراء إذن فقط في الخلايا النباتية. علينا في الواقع أن نذكر بطريقة معاكسة. إن وجود جسم أخضر واحد أو عدة جسميات خضراء (تبلغ غالباً ١٠ إلى ٢٠) في خلية ما يجعل منها خلية نباتية. تحصل في الجسميات الخضراء عملية التمثيل العضوي المسماة «التركيب الضوئي» (التركيب الضوئي) الذي يميز حديراً الساتات عن الحيوانات.

الجسميات الخضراء هي إذن العضيات التي تستمد منها الخلية النباتية القسم الرئيسي من الوقود الذي تشغل به «الجسميات الكوبودية» أو ما سميها محطات الطاقة الخلوية. تنتج الجسميات الخضراء هذا الوقود بواسطة شكل من أشكال الطاقة التي تصلها، بالمعنى الحرفي للكلمة، لا سلكياً على شكل موجات كهرومغناطيسية قادمة من الشمس. بكلمات أخرى. تستطيع هذه العضيات الشديدة الأهمية استقبال الضوء القادم من الشمس واستخدامه كمصدر للطاقة في تركيب المواد العضوية.

تستطيع أن تتركب هذه المواد العضوية من الماء (الذي تمتصه من الأرض بواسطة جذورها) ومن غاز الفحم (الذي تأخذه من الجو). بذلك تكون الجسميات الخضراء قادرة على أن تتركب من هذين العنصرين البسيطين من الحريشات روابط عضوية أكثر تعقيداً (قل كل شيء النشاء وأيضاً الشحوم والبروتينات). لكي ندرك مدى أهميتها علينا فقط أن نتذكر أن هذه العضيات الخضراء المحيرة الصغيرة هي الكائنات الوحيدة على الأرض التي تستطيع فعل ذلك.

كانت إمدادات المواد العضوية التي تحتاجها جميع الكائنات الحية كغذاء وكمواد بناء قد نفذت منذ زمن طويل لولا وجود الجسميات الخضراء التي تستطيع تحويل الضوء الشمسي إلى طاقة كيميائية مخزنة في الحريشات العضوية. تقدر كمية المواد العضوية التي تنتجها هذه العضيات سنوياً على الأرض بما لا يقل عن ٢٠٠ مليار طن. لذلك فإن وجود الجسميات الخضراء في الخلايا النباتية يجعل وجود النباتات شرطاً ضرورياً لجميع أنواع الحياة الحيوانية.

أما البشر والحيوانات فعليهم العيش دون جسميات خضراء (هذا الوضع فؤائد أيضاً، كما سنرى لاحقاً)، لذلك لا يستطيعون العيش بساطة من ضوء الشمس. إنهم يحتاجون في غذائهم وفي بناء

أجسامهم إلى المواد العضوية التي تستطيع النباتات حصرها مدّهم بها .  
هناك إذن نواة تتركز فيها المورثات ، مضاف إليها الجسيمات الكوندرية والجسيمات الريبية وهناك  
أخيراً ، عندما يتعلق الأمر بحلية نباتية ، الجسيمات الخضر وهناك في بعض الحالات الأهداب الحركية ؛  
هذه هي تقريباً الأجزاء الهامة من التجهيزات النموذجية العامة لخلية «حديثة» . مما لا شك فيه ان هذا  
يشكل منظمة متعددة الجوانب والاختصاصات بدرجة عالية (انها في الواقع أكثر تعقيداً مما عرضته هنا  
باحتمال) . لدينا كل الأسباب التي تدعونا إلى الافتراض بأن خلية مجهزة بهذه الطريقة يجب أن تكون قد  
حللت وراءها طريقاً طويلاً من التطور . تؤيد هذا الافتراض حقيقة أنه يوجد اليوم أيضاً خلايا ذات  
تركيب «قديم» أبسط بكثير تعيش بدون نواة وبدون عضيات محددة واضحة  
تنسب إلى هذه الخلايا البدائية البكتيريات وبعض وحيدات الخلية مما يسمى «الأشنيات الزرق» .  
من الحائز ان يطابق تركيبها السيط تركيب الخلية الأولى التي نستطيع تصورها على الاطلاق . لذلك إذا  
أردنا الآن متابعة التعرف على التاريخ الذي بدأ بالانفجار الكوني الأول وأدى من خلال مسيرته التطورية  
إلى وجودنا يتوجب علينا عند هذه النقطة أن مطرح السؤال حول الطريق التي سلكها التطور للانتقال من  
الخلية البدئية العديمة النواة إلى الخلية المتقدمة التي تحتوي على نواة واضحة الحدود وعلى عضيات عالية  
التخصص .

هذه هي مرة ثانية نقطة أخرى من النقاط التي بقيت عامضة حتى إلى ما قبل وقت قصير . لقد تمكنا  
الآن من تجاوز جميع العثرات دون أن نسقط مرة واحدة . من البديهي أننا تركنا عدداً كبيراً من الثغرات  
وهذا أمر لا يبعث على العجب . إذ علينا ان نتذكر دائماً أنه لم يمر حتى الآن سوى مائة عام منذ بدأ البشر  
لأول مرة يعتقدون بوجود مثل هذا النوع من التاريخ الذي أحاول سرده هنا . لذلك فإن تمكنا من  
التعرف على محرى هذا التاريخ الشامل ولو بخطوطه العريضة يعتبر مدهشاً بما فيه الكفاية .  
عندما أقول أننا تجاوزنا حتى الآن جميع العثرات بسلام فإني أعني بذلك اننا لم ندخل حتى الآن عند  
أية نقطة من نقاط هذه القصة في طريق مغلق . بغض النظر عن المسائل التي بقيت مفتوحة والخزنيات  
التي لم نزل مجهولة فقد تمكنا هنا أيضاً ، وإن كان لم يزل ينقصنا البرهان ، على الأقل من اكتشاف طرق  
معقولة وامكانات مقنعة حول التعرف على مسار التطور المرجح . لم نواجه حتى الآن أية نقطة تستطيع من  
الناحية البدئية دحض الفرضية التي اعتمدناها في هذا الكتاب وهي : الإدعاء بأن تاريخ الكون منذ  
الغيوم الهيدروجينية الأولى أي منذ البدء البدئي وحتى نشوء الوعي ، الذي بدأ اليوم يدرك ويعيد تصميم  
وقائع هذا التاريخ ، قد سار بصورة مترابطة ومتسلسلة بحيث نتجت بالضرورة كل خطوة عن الخطوة (أو  
الخطوات) التي سبقتها .

إن الخطوة التي توصلنا إليها الآن كان من الممكن ان تبدو حتى إلى ما قبل بضع سنوات على أنها  
طريق مغلق ، إذ اننا لم نعثر على أي طريق للانتقال من الخلية البدئية العديمة النواة إلى الخلية المتطورة  
المحتوية على العضيات المتخصصة . من الممكن أن يزداد ارتباطنا لكون هذه الخلية القديمة ، كما ذكرنا ،  
لم نزل موجودة حتى اليوم ، إذ أن البكتيريات والأشنيات تجسد هذه الخلية بكل وضوح وحيوية . غير أن

جميع الكائنات الحية العليا بما في ذلك النباتات كثيرة الخلايا وحتى معظم وحيدات الخلية (بروتوزونات) تتألف من خلايا تحتوي على التجهيزات «المتقدمة» التي صنعناها . أين هي الأشكال الانتقالية بين هذين التصميمين الطبيعيين التي يمكن أن تفسر لنا كيف نشأت الأشكال الخلوية الأعلى تطوراً من تلك البدائية ؟ لم يتمكن أحد من العثور عليها

غير أن هذه الأحجية أيضاً بدأت تتكشف منذ وقت قصير . لم يعد الآن ، من المنظور الحالي ، مستغرباً لماذا لم يعثر أحد على هذه الأشكال الانتقالية المفقودة لأنها على أغلب الظن لم توجد على الإطلاق . كما تبدو الأمور الآن لم يتطور أحد هذه الأنواع من الخلايا عن ذاك النوع الآخر مطلقاً . رغم ذلك سارت عملية التطور هنا أيضاً بصورة متتالية ومتصلة . لكنها سلكت طريقاً لم يخطر على بال أحد

سيتوجب علينا في المصطلح اللاحقة من هذا الكتاب التحدث بإسهاب عن هذه الخطوة من تاريخ التطور التي سارت من الخلية البدئية العديمة النواة إلى النموذج المتقدم لـ «الخلية الأعلى» . إن الأمر يستحق بذل الجهد . سواجها مبدأ حديد لتاريخ تطور الحياة ما كنا بدون معرفته لنستطيع فهم خط لتطور اللاحق الذي أدى أخيراً إلى «إحترار» الكائنات ذات الحرارة الثابتة وإلى نشوء الدماغ الانساني . ينطبق نفس القول على الأفكار المطروحة في القسم الأخير من هذا الكتاب حول مسار التطور المستقبلي الذي يتحاور حاصرياً المعاصر . سنحتاج لتعليل هذا المستقبل أيضاً إلى الأفكار الناتجة من دراسة الطريقة المتميزة التي أدت إلى نشوء «الخلايا العليا» .

الآن يتبين لنا ، لاحقاً ، أن حل هذه المشكلة قد حصل قبل حوالي ٧٠ عاماً من قبل عالم نبات وسي هو البارون ميرشكوفسكي . عبر أن اقوال ميرشكوفسكي كانت مجرد ظن أو تكهناً جريئاً لم يكن يتوفر ادراك ، في مطلع هذا القرن ، أدنى برهان على صحته . لذلك نستطيع أن نعذر الأوساط العلمية لعدم اهتمامها آنذاك بمحاولة التفسير هذه . يوحد في العلوم أيضاً كثير من التكهنات والفرصيات . لكن البرهان هو الشيء الوحيد الذي يستحق الاعتبار .

توصل ميرشكوفسكي إلى فكرة نقول ان الحسيات الخضر في الخلايا النباتية التي درسها قد لا تكون أصلاً عصبية خلوية أي أنها ليست أحراراً شرعية من الخلايا التي تقوم بعملية التركيب الضوئي في داخلها . لقد ذكره مطهرها بوع من أنواع الأشنيات الزرق ، التي سبق وذكرها ، أي ما يسمى «الأشنيات» الحضر - الرقأ . هذه هي أيضاً وحيدات خلية بدائية بدون بواة وبدون عصبية لكنها تقوم بعملية التركيب الضوئي .

لا نمتلك هذه الأشنيات الحضر - الرقأ ، كما قلنا ، عضيات أي ليس لديها حسيات خضر قد تكون هي ذاتها ، بكاملها ، مجرد حسيات خضر ؟ عندما توصل ميرشكوفسكي إلى هذه الفاترة الذكية عليها كما يلي ان التركيب الضوئي هو عملية كيميائية شديدة التعقيد لذلك نستطيع ان نفترض ، انضلاق من مبدأ الاقتصاد الطبيعية ، ان الطبيعة لم تطور مثل هذه الآلية الصعبة سوى مرة واحدة كانت الأشنيات الحضر - الرقأ تعرف هذه الآلية هل كان محتملاً أن تكون كائنات أخرى ،

الجسيمات المحصر ، قد تعلمت أيضاً من جديد مرة أخرى وبصورة مستقلة نفس هذه العمل الصعبة ؟  
استنتج ميرشكوفسكي فوراً ان الأشنيات الخضراء - الزرقاء والجسيمات الخضراء هي نىء واحد .  
من الواضح ، هكذا ادعى هذا العالم الروسي ، أن عدداً من الخلايا الأخرى (التي أصبحت بذلك  
أسلاف السانات الحالية) قد سيطر على الأشنيات الخضراء - الزرقاء وحبسها في جسده كى يستفيد من  
عملها المنتج للغذاء . بذلك تكون الجسيمات الخضراء ليست سوى أشنيات خضراء - زرقاء سرتها خلايا  
غريبة وفروست عليها انتاج المواد الغذائية لصالحها .

انتهج ميرشكوفسكي بحاطرته لدرجة أنه حاول ، بلا أي حذر ، وضع نظرية لتفسر المرق في  
طريقة الحياة بين الحيوانات والسانات فكتب يقول : «إن تعطش الأسد إلى الدم يعود في النهاية إلى أن هذا  
الحيوان مضطر لأن يكسب ررقه (عداءه) تنعمه . أما النباتات فهي مسالمة وسلية لأنها تحتفظ في خلاياها  
بعدد لا حصر له من العيد الخضراء الصغير الذين يخدمونها وينوبون عنها في تنفيذ هذه المهمة » .  
لقد سحر الاحصائيون من ميرشكوفسكي بسبب هذه «التخيصات» . من المؤكد ، هذا العالم  
الروسي قد ذهب في محاولاته التفسيرية إلى أبعد من اللارم . أما فيما يتعلق بأرائه حول منشأ الجسيمات  
المحصرة فقد حصل العلماء حديثاً على الدلائل الأولى التي تؤيد صحتها : إنها «عيد خص صفراء» .

\*\*      \*\*      \*\*

## ١٢. التعاون على مستوى الخلية

إذا أردنا أن نمهم كيف تم أسر الحسيات الخضر علينا أن نتوسع قليلاً في الموضوع من الضروري أولاً أن نصنع أمام أعيننا حالة المحيط الذي توجب على هذه الخلايا الدثية العديمة الواة، تعيش فيه . كانت تسح في محيطات الأرض الفتية . على سطح اليابسة لم تكن لها أية فرصة لا لتشأ ولا لأن تعيش . وحده الماء قدم وسطاً استطاعت أن تتم فيه جميع التفاعلات الكيميائية واللقاء على المستوى الجزيئي التي كانت صرورية لشوء المركبات البيولوجية المضاعفة أولاً ثم الخلايا الأولى بذلك . أما على اليابسة فقد كانت رجحات الأشعة فوق السفسجية القادمة من الشمس لا ترحم لدرجة أن، من الجزئيات المعقدة التي تقوم عليها الحياة لم يكن سيستطيع البقاء مستقراً هناك .

في هذه المحيطات الأولى كانت تسح إذذ الجزئيات العضوية المختلفة والمركبات مضاعفة وأخيراً أيضاً الخلايا البدائية التي نشأت منها والتي مثلت الأشكال الأولى على الأرض ، التي بدأ تتخذ لنفسها في قليل أو كثير كياناً مستقلاً عن الوسط المحيط بها . أما الطاقة التي كانت تحتاجها المواد الأولية اللازمة لإنتاج هذه الطاقة فلم تكن نستطيع الحصول عليها في البدء إلا بما هو متوفر في محيط من الجزئيات الكبيرة المشكلة بطريقة لا عضوية . بكلمات أخرى : لقد بدأت الكائنات الحية الأرضية أولى منذ لحظة وجودها بالتهم المواد التي نشأت منها هي نفسها .

سق وشرحنا بأسهاب تسلسل العمليات المعقدة التي أدت الى نشوء هذه ابرثات الكبيرة والمركبات المضاعفة . يجب أن تكون قد مرت عدة مئات من ملايين السنين حتى تمكنت من التجمع في المحيطات الأولى بشكل مكّن من نشوء المركبات البيروتيية الحمض - نووية الأولى التي تعرفنا عليها كهيكل وظيفي للخلايا الأولى . أصبح الآن من السهل على الخلايا أن تقوم بتفكيك هذه المركبات



البروتينية ثانية كي تستفيد من الطاقة الكيميائية المتحررة نتيجة لذلك . كانت هذه العملية تتم بسرعة أيضاً .

ها واجه (لأول مرة !) التركيب اللاعضوي البطيء والعسير لهذا النوع من المكونات الحزبئية «نهم» الخلايا الحية . في هذه المرحلة ، بعد فترة قصيرة من تشكل البنى الحية الأولى يجب ، مطلقاً ، أن يكون تركيز الجزيئات العسوية في المحيطات الأولى قد تراجع ثانية وبسرعة كبيرة . بتعبير أوضح ، كانت الخلايا الأولى الآن في صدد قطع الغصن الذي تسلفت عليه لتوها بعد «جهد عسير»

راحت الأعذية تتناقص وتتاقص . كانت عملية نشوء جزيئات جديدة بطريقة لا عضوية أعقد وأبطأ من أن تتمكن من سد مثل هذه الحاجة التي كانت حتى ذلك الوقت محبولة تماماً . هكذا وجدت الحياة نفسها بعيد ظهورها على سطح الأرض أمام خطر جسيم يتهدد وجودها بدا على أنه لا مخرج له . غير أن حقيقة كوننا اليوم نستطيع أن نرهق أذهاننا بالبحث عن حل لهذه المشكلة ترمهن على أن هذا الحل يجب أن يكون قد وجد فعلاً . كيف أمكن أن يوجد ؟

إسا لا نعرف بالضبط . الجواب المرحح الذي يقدمه العلماء اليوم ينطلق من الفروق التي نستطيع افتراضها لدى الخلايا البدئية . كان لهذه الخلايا حقاً منشأ مشترك من حيث أنها نشأت جميعها بطريقة لا عضوية (بدون أهل) . لكنها ليست مضطرة بسبب ذلك لأن تكون متماثلة لا في بنيتها ولا في وظائفها . كانت جميعها محاطة بغشاء كغلاف خارجي يفصلها عن المحيط لأن التمثل العضوي «المستقل» (أي المنزول الى حد ما عن العمليات الكيميائية الجارية في الوسط المحيط) لم يكون ممكناً بدون هذا الفصل .

غير أن التركيب الكيميائي لهذه الأغشية يمكن أن يكون مختلفاً بما يؤدي الى نشوء نماذج مختلفة من الأغشية . لكن التركيب الكيميائي يحدد بدوره الاختيارات التي يتخذها مثل هذا الغشاء بين الجزيئات التي تمكن مبادلتها بين داخل الخلية ومحيطها . التركيب المختلف لأغشية الخلايا المختلفة يعني إذن فروقاً أساسية في نوع تمثلها العسوي (وبالتالي في نشاطاتها الوظيفية) . علاوة على ذلك مما لا شك فيه أن الفروق ، في هذه المرحلة من تشكل الأنواع الخلوية ، كانت أكبر فيما يتعلق بالتجهيزات الانزيمية الأولى . لسنا متأكدين عما إذا كانت جميعها في الأصل تعمل على مبدأ الآلية - البروتينية - الحمض - نووية

(د د س) ، التي سبق وشرحنها . إن عدم معرفتنا لخلايا أخرى اليوم لا يعبر عن شيء في هذا الصدد . أود أن أكرر انه لم يكن غير ممكن ، بل بالعكس كان مرجحاً ، أن تكون آنذاك ، عند بداية معركة تنازع البقاء الكبرى المسماة «تطور» ، قد وجدت أيضاً خلايا ، كانت تعمل وفق مبادئ أخرى تماماً ، نوجب عليها ، لدى الخطوات التطورية اللاحقة ، أن تحل الساحة منهزمة أمام منافساتها الأقوى . سنرى لاحقاً أن مثل هذا الاصطفاء أو «الانتخاب» لم يزل يعتبر حتى اليوم القانون التنظيمي الذي أدى ، في تاريخ الأنواع البيولوجي ، دائماً الى نشوء أشكال حياتية جديدة وقيل كل شيء أعلى تطوراً . لماذا لا نفترض إذن وجود هذا القانون التنافسي أيضاً لدى الخطوة الأولى الحاسمة في هذا التاريخ البيولوجي ؟

حسب جميع الاحتمالات يجب أن تكون قد وجدت في هذه المرحلة الحياتية الأولى بين الخلايا الكثيرة المختلفة التركيب والوظائف أيضاً خلايا كانت هيولاهما تحتوي جزيئات البورفيرين . لقد سبق وذكرت أن

هذه الرابطة الكيميائية الخاصة تنتسب الى الجزئيات التي تنشأ بسهولة بطريقة لا عضوية (لأن مكوناتها شبيطة تفاعلياً لأساس فيزيائية وكيميائية) . أيدت ذلك تجارب ميلر وغيره ممن قلده كما أيده أيضاً اكتشاف روابط مورفيريية في الفضاء الحر .

لكن إذا كان البورفيرين لهذا السب قد وجد بوفرة سببية بين حزيئات المحيطات الاولى فإننا نستطيع أن نفترض أن بعض الخلايا التي نشأت آنذاك قد استخدمته كإداة أولية في تركيبها . حصل هذا بالصدفة المحضة ولم تكن له في البداية أية أهمية تذكر . غير أن هذه الحالة تغيرت فوراً عندما بدأت الأزمة العدائية الأرضية الاولى كنتيجة لاحتلال التوازن بين امدادات الجزئيات العضوية الحديدية المتشكلة بطريقة لايولوجية وبين حاجة الخلايا الناشئة لتوؤها لهذه الجزئيات .

يملك البورفيرين ، مرة اخرى بالصدفة البحتة ، خاصية امتصاص ، «امتلاء» ، الضوء المرئي في المجال الطيفي (أي في المجال الذي يصل عملياً بدون إعاقه الى سطح الأرض تحت جميع الشروط الجوية) لكن بما أن الضوء ، شأنه شأن جميع الموجات الكهرومغناطيسية ، ليس سوى شكل من أشكال الطاقة الخاصة . فإن هذا يعني أن حزيئات البورفيرين تستطيع امتصاص الطاقة الموحدة في ضوء الشمس المرئي

بذلك مسحت الخلايا التي تحتوي في حصدتها بالصدفة حزيئات البورفيرين فرصة رائعة لم تكن تحلم بها . إذ تحولت الآن فجأة ، كنتيجة للتدخل العميق في شروط الوسط المحيط ، ملكيتها (كميات البورفيرين) ، التي كانت حتى ذلك الوقت بدون قيمة ، الى ميرة حاسمة (هذه هي الآلية المودجية التي لم ترل حتى اليوم تدفع عملية التطور الى الامام) . بينما كانت رميلاتها ، التي لا تحتوي على البورفيرين ، تتعرض لخطر الموت جوعاً ، وبدأت بدون شك التهام بعضها البعض كلما سحت الفرصة بذلك ، كانت هي حصراً تمتلك الآن مصدراً إصافياً للطاقة . أصبحت الآن في وضع يشبه ، تعبيرا محاري ، عدداً قليلاً من السميرين الذين يحصلون في أثناء كارثة عدائية على طرود من مطمة خارجية للمعونة .

دون أن يدرك أن سبيل جهوداً كبيرة في التكيف بالطريقة التي استخدم فيها هؤلاء الملاكون السعداء الطاقة الضوئية التي تصلهم محاداً من الشمس ، يستطيع أن نكون متأكدين أنهم أحدوا منها كل ما يعيدهم . غير أن الطاقة التي كانوا يحصلون عليها بهذه الطريقة كانوا يستطيعون ، في حال التعدية التقليدية ، إدحارها . هذا هو أمر مؤكد استناداً الى القويين الفيزيائية حول بقاء الطاقة لأن هذه القوايين تطبق على المعصيات الحية أيضاً . لو كان الأمر عبر ذلك لما كنا نحتاج الى العداء .

إنها فرصة سعيدة مأسسة لتسلسل أفكارنا اننا نستطيع تطبيق هذا القانون هنا لأن ما من أحد يعرف حتى اليوم ما هي بالتفصيل العمليات الكيميائية والانزيمية التي مكنت الخلايا التي تحتوي على البورفيرين من استغلال الطاقة الضوئية . رغم الحوث المستمرة عشرات السنين لم تفسر تفسيراً كاملاً عملية التركيب الضوئي ذات الأهمية الحياتية والتي تطورت عن هذه البدايات البدائية . لكننا انطلاقاً من السب المذكور نستطيع رغم ذلك أن نكون مأكدين أن طريقاً جديداً للتعدية قد فتح أيضاً فجأة أمام «أكلة الضوء» تلك في وضع التنافس الشديد الذي وصفناه .

لكن الخلايا الأولى التي امتلكت هذه التكنولوجيا لم تكن بالتأكيد قادرة بعد على الاسفءاء عن المواد العضوية في غذائها كما أصبح الأمر لاحقاً لدى النباتات المتطورة . لم تكن سوى الخطوة الأولى . لكن مهما كانت هذه الميزة صعبة فقد أمنت في الظروف المذكورة سبقاً حاسماً . بينما أخذ عدد جميع الخلايا الأخرى يتناقص يوماً بعد يوم سبب نقص العذاء ، بدأ هذا الطراز الخلوي يتكاثر . في نفس الوقت تزايد عدد الحالات التي تقوم فيها الخلايا التي لا تمتلك البورفيرين بالتهام الخلايا التي تمتكله . كانت تفعل هذا ، على الأرجح ، بنفس الطريقة التي تتبعها ليوم وحيدات الخلية : تقوم أولاً بادخال الفريسة كاملة عبر فتحة في العشاء الخلوي إلى جسدها الهولي ثم تبدأ بتمكيكها كي تتمكن من الاستفادة من جزئياتها كغذاء في عملية تمثلها العصوي . يجب ان تكون هذه العملية قد حصلت آنذاك مرات لا حصر لها

لكن يجب ان يكون الأمر في بعض الحالات ، ولو في عدد قليل من الحالات ، قد حصل بطريقة أخرى أو لنقل أكمل طريقة بشكل آخر . في هذه الحالات أيضاً تم ابتلاع الخلايا الصغيرة إكات بالتأكيد اصغر بكثير من تلك التي تبتلعها وإلا لما تمكنت هذه من ذلك المحتوية على البورفيرين من قبل الخلايا الأكبر وأيضاً إلى الجسد الهولي . لكن العملية توقفت عند هذه النقطة . لسبب ما ، كتحة لحملة من المصادفات لم يحصل تفكيك الفريسة في هذه الحالات القليلة (أو لربما في حالة وحيدة واحدة ؟) ربما كانت الخلية المفترسة تفتقد بالصدفة الازيم اللازم لتحطيم عشاء الخلية المحتوية على البورفيرين كانت العملية بكاملها ، مرة أخرى ، نتيجة لتوافق عدد من الظروف المحتملة ، بالصدفة . في ملايين المرات الأخرى كان يتم هضم الفريسة . أما هذه المرة فلم يحصل ذلك في هذه الحالة الشاذة كان ، مرة ثانية ، نقص الازيم في الخلية المفترسة نقطة انطلاق غير محسوبة مسبقاً خطوة تطويرية حاسمة : لقد بقيت المتعضية الصغيرة المدورة ، التي وضعتها الخلية الأكبر في جوفها ، بقيت حية وتابعت مساعداً جزئياتها البورفيرية تحويل ضوء الشمس إلى طاقة كيميائية ، كما هي مادتها أصلاً . بذلك أصبح عمر هضم الفريسة بالنسبة للصيد مكسباً من نوع حديد تماماً . لم يقع في هذه المرة الحاسمة على عذاء اعتيادي يسكن له حوجه لفترة عابرة وإنما على رأسال يؤمن له منذ هذه اللحظة رعية دائمة . يعتقد كثير من العلماء اليوم ان الخلية الساتية الأولى قد نشأت بهذه الطريقة . الخلة الأولى التي كانت قادرة على وقاية الحياة الأرضية من خطر الموت حوعاً لأنها لم تكن مضطرة إلى الاعتماد (أو إلى الاعتياد حصراً) على الخزيئات العضوية الموجودة في محيطها ، التي راحت كميائتها تشح يوماً بعد يوم ، لمدها بالغذاء الذي يؤمن لها الطاقة التي تحتاجها . لقد أصبحت الآن هي نفسها قادرة على تركيب هذه الجزئيات اللازمة للحياة بواسطة ضوء الشمس من مواد غير عضوية .

أصبحت الآن إعادة التوازن ممكنة : أصبح الآن بإمكان الخلايا البورفيرينية نفسها وهلاك العبيد التكاثر بلا أية مصاعب في وسط يفتقر أكثر وأكثر إلى الأغذية الاعتيادية . وبذلك أصبحت لجدود الأولى للأشنيات الخضراء - الزرقاء وللنباتات الحالية لكن في نفس الوقت وب نفس المقدار الذي زائد فيه عدد هذه الخلايا حصل أيضاً عدد من الخلايا المتبقية من الطراز القديم البورفيرين على فرص جيدة للبقاء .

كان هذا ينطبق في كل حال على تلك الأعداد منها التي تمكنت من التخصص في الوقت المناسب على الافتراض متخذة من «أكلات الضوء» إحدى وجباتها المفضلة .

بهذه الطريقة نشأت انذاك ، على ما يبدو ، الأسلاف الأولى لجميع الحيوانات الحالية (وبالتالي اسلاما أنفسا أيضاً) . اننا إذا ، من هذا المنظور ، الخلف البعيد لتلك الخلايا التي تضررت انداك في ناضي الأمر من عملية التطور بحيث لم تستفد من التقدم الذي نتج عن ابتلاع الخلايا المحتوية البروفيرين لقد تمكن اسلافنا هؤلاء من البقاء لسبب وحيد هو أنهم تحولوا إلى التغذية بمواد عضوية حية . كانت هذه المواد في البداية قبل كل شيء أجساد الخلايا النباتية الماصة للضوء . غير انه لم يمض وقت طويل حتى اكتشف هذا الطراز الخلوي «الحيواني» ، الذي أرغمه تطور الظروف على اتخاذ كيان مفترس ، أن نظيراته من الخلايا المماثلة تحتوي أيضاً على هذا الغذاء القيم .

لم يكن قد بقي سوى الأشياء الخضراء - الزرقاء ثم تلك الخلايا التي ابتلعت الاشنيات الخضراء - الزرقاء كـ «جسيمات خضراء» وأخيراً الخلايا العديمة البروفيرين التي كانت تتغذى على خلايا حية أخرى . أما جميع الخلايا والتصاميم البيولوجية الأخرى فقد سقطت ضحية الجوع ولم يبق لها أي أثر . لقد اختفت في عالم الأموات مع جميع البذور الحياتية الأخرى التي يدعي باسكال جوردان أنها لم توحد على الإطلاق . إن هذه الأفكار تدفع إلى الظن بأنه آنذاك ، عندما بدأت الحياة قبل ٣,٥ مليار سنة تثبتت أقدامها على الأرض قد اتخذ قرار تربت عليه نتائج حددت الخطوط الأساسية لسلوكنا ومجتمعنا الحاليين . قد يكون الاضطراب إلى استخدام المتعضيات الحية الأخرى كغذاء قد شكل الذرة لجميع أشكال العدوانية اللاحقة . قد يسهل علينا سير الأمور ، الذي أدى إلى هذا الاضطراب ، فهم العلاقات القوية القائمة بين الاستعدادات العدوانية لدى الكائن الحي ونوعية عداائه . لكن الدارة لن نعلق إلا بعد إيجاد الحل النهائي الكامل لأزمة الغذاء العالمية تلك الذي لن يكون ممكناً إلا بكشف جميع أسرار عملية التركيب الضوئي .

لقد تمت الشربة اليوم إلى درجة ان التوازن بين امدادات المواد الغذائية العضوية وبين الحاجة لها قد بدأ يهتز مرة أخرى من جذوره (لأول مرة بعد تلك المرة التي حصلت قبل ٣,٥ مليار سنة) . . اليوم أيضاً يكمن المحرج الأساسي الوحيد من هذه الأزمة في أن نتعلم بسرعة كيف نستطيع استخدام الطاقة الضوئية الشمسية في عداثنا . عندما نتعرف على جميع أسرار عملية التركيب الضوئي سوف نستطيع - مع «تأخر» قدره بضع مليارات من السنين - بوسائل تكنولوجية تكرر الخطوة التي قامت بها الاشنيات الخضراء - الزرقاء قبل كل هذا الوقت الطويل . عندئذ سنستطيع التحرر من اعتمادنا على الغذاء ذي المنشأ الحيواني والنباتي لاساً سنكون قادرين على انتاج المواد الغذائية العضوية من الماء وغاز الفحم (الموحد في الجو) وبعض المعادن الأرضية صناعياً وبكميات غير محدودة عملياً .

هل سيكون تفاؤلاً مفرطاً إذا علقنا الأمل على أن هذه الامكانية ستحرر البشرية هائياً ليس فقط من جميع الهموم المرتبطة بتأمين الغذاء واما ايضاً من طريقة التغذية التي نعتمد بصورة أساسية على

الافتراس الأمر الذي يمكن أن يؤدي إلى تخفيض الافراط في الاستعدادات العدوانية التي نرصدها اليوم بكثير من القلق ؟

لا شك ان الطريق الملتوي الطويل الذي امتد مليارات السنين والذي أدى بنا أخيراً إلى حل المشكلة هذه الطريقة المغرقة في القدم لم يكن ، من الناحية الأخرى ، بدون فائدة . بل لقد فرض الزمن الطويل الذي مضى بدون وجود الحسيات الخضر من خلال تطور الحيوانات وبالتالي من خلال تطورنا انفسنا نشوء عدد كبير من القدرات والوظائف المعقدة (التي ليست سوى وظائف تعويضية وقدرات فرضها المحيط) ، التي لم تكن النباتات ، التي يقوم وجودها على «الاستعباد» ، بحاجة لها . إن الأسد يختلف عن النبتة ليس فقط بتعطشه للدم ، كما يقول ميرشكوفسكي ، وإنما بمرونته الحركية وبحواسه وبـ«الوعي» والقدرة على رد الفعل تبعاً لتغيرات المحيط بسرعة ليست ممكنة إلا بواسطة الجهاز العصبي لكائن ثابت الحرارة يتشمس الاوكسجين .

يوجد منذ بعض الوقت مؤشرات ملموسة على أن طريق التطور المحتمل ، الذي شرحته في الصفحات الأخيرة ، ليس مجرد «حكاية لصوص» . تقدم البحوث الجارية في السنين الأخيرة باستمرار أدلة حيدة على أن الأحداث قد جرت آنذاك هذا الشكل تقريباً . أحد هذه الدلائل المثيرة للاهتمام هي الطريقة التي يتعامل فيها حيوان البورزاري (حيوان صغير يشبه الخدأ المنزلطي طوله ٣ . سم يعيش في الماء الأسن وهو نوع من أنواع الأشنيات الزرقاء - الخضراء) مع أشنية كلوريل .

يحتوي حيوان البورزاري على جميع العصيات التي تتألف منها الخلية الحديثة المتطورة . لكنه لا يحتوي على الحسيات الخضر . لذلك فهو يعتمد في غذائه على وجود الجزئيات العسوية . وهو نفسه لا يستطيع تركيب هذه الجزئيات من المواد اللاعضوية . فهو إذن ، اذا انطلقنا من التقسيم الثنائي للطبيعة الحية إلى مملكتين نباتية وحيوانية ، حيوان . لكن مراقبته الدقيقة أشارت إلى ان هذا التصنيف يقف على قوائم مهرورة .

لقد تعلم هذا الحيوان العريب أن يتلغ عدداً محدداً تماماً من أشنيات كلوريل تساعد على تأمين غذائه . أما عدد الأشنيات التي يتلغها (غالباً ٣٠ إلى ٤٠) يتفاوت من نوع إلى نوع وهو محدد وراثياً . يستطيع بواسطة تجارب مختلفة أن يتأكد أن الأمر لا يتعلق هنا بحسيات خضر وإنما بأشنيات خضراء مستقلة

تمكن العلماء تحت المجهر من استخراج الاجزاء الخضراء الدقيقة من داخل هذا الحيوان بحذر وعرفها لوحدها دون الحاق أي ضرر بأي من الطرفين . إذا ما قمنا بمثل هذه العملية لدى خلية نباتية حالية فلن يتمكن أي من الطرفين العيش منفرداً . ولكن انظر هنا : يتابع حيوان البورزاري نموه العادي وكأن شيئاً لم يحصل كما أن الأجسام الخضراء المستخرجة من جسده تنمو وتتغذى وتكاثر . لقد تبين أن هذه الأجسام الخضراء هي أشنيات كلوريل (وهي خلايا مستقلة مدائية لا تحتوي على نواة) وليس عصيات حلوية لا مستقلة .

يكمن الاكتشاف الثاني ، الغني بالنتائج المفيدة ، في أن حيوان البورزاري الذي سُحبت منه أشنياته

يتابع نموه وتكاثره الاضطرابي طالما توفرت في محيطه أغذية عضوية . إذا لم يوفر له الباحثون الامدادات اللازمة فيموت جوعاً . إن هذا بعد ذاته لا يتضمن شيئاً متميزاً . لكن النتيجة تتغير فوراً عندما نضيف إلى المحلول الذي يسبح فيه أشنيات خضراء - زرقاء من الطراز الذي تخصص به هذا الحيوان . لدى أول احتكاك يقوم حيوان البورزاري فوراً بابتلاع واحدة من هذه الأشنيات . ومهما كان جائعاً الآن فإنه لا يهضم تلك الأشنة التي ابتلعها . بل على العكس تبدأ هذه الأشنة بالنمو ثم بعد وقت قصير بالتكاثر بطريقة الانقسام .

أما النقطة التالية والأحيرة فهي الأكثر غرابة وإذهالاً . إن الأمر يبدو تقريباً هكذا وكأن هذا الحيوان يستطيع العدّ : يتابع أشنة كلوريلا المبتلعة انقسامها في جوف حيوان البورزاري حتى يصل عدد أفرادها بالضغط إلى العدد الذي تخصص به هذا النوع من أنواع هذا الحيوان ، أي حتى يصح لديه عدد محدد من «العبيد» يطابق حاجته بالضبط . بعد ذلك تتوقف عملية التكاثر . لذلك يتوجب علينا أن نفترض أنه يوجد لدى هذا الحيوان تعليمات (تؤمنها على الأرجح ها أيضاً انزيمات متخصصة) تنظم تكاثر الأشنيات في جوفه تبعاً لحاجته .

لم بعد الآن بحاجة إلى القول ان حيوان البورزاري الذي يحتوي العدد والمحدد مسبقاً من أشنيات كلوريلا سيحتاز أزمات فقدان الغذاء بدون أية مصاعب . إذ أن المهارة في تنفيذ عملية التركيب الضوئي الموحودة لدى «أسراه» تؤمن تركيب المواد الأساسية اللازمة لحياته . هناك ملاحظة أخيرة مهمة وهي أن حيوان البورزاري عندما يصادف أشنيات كلوريلا ، بعد أن يكون قد امتلك منها العدد المطلوب ، يقوم بابتلاعها أيضاً ولكنه يهضم فوراً هذه الكمية الجديدة دون أي تردد . يجب أن يكون إذن قد علّم «ضيوفه» الدائمين» كيميائياً علامة ما بحيث يستطيع التمييز بينها وبين الفرائس العادية المماثلة .

اكتشف البيولوجيون هذا المثال نموذجاً يبين لنا اليوم بوصوح كيف حصلت خطوة التطور التي أدت إلى الانتقال من الخلية البدئية البدائية العديمة النواة إلى الخلية الأعلى المحتوية على العضيات . إن الفرق الحاسم بين هذا الطريق من متابعة التطور والطريق الذي بحث عنه العلماء عشاً زمنياً طويلاً هو . أن الخلايا العالية التنظيم ليست ، كما كان يعتقد ، الخلف المباشر المتطور للخلايا البدائية العديمة النواة وإنما هي محصلة الاتحاد التعاوني بين خلايا بدائية مختلفة لكل منها كفاءات وقدرات اختصاصية مختلفة .

أصبح من السهل أن ندرك الآن ، بصورة لاحقة ، أن قطع هذا الطريق أبسط وأسهل من محاولة اكتساب الوظائف والقدرات المختلفة واحدة تلو الأخرى من قبل نفس النوع من الخلايا عبر تتابع الأحيال . إن هذه الطريقة التي استخدمتها الطبيعة تذكرنا قليلاً بالطريقة المتقدمة المتبعة في بناء المساكن بواسطة القطع المسقة الصنع . تقوم الخلايا التي تكمل وظائفها بعضها البعض بالاتحاد مع بعضها ثم تبدأ العمل على أساس تعاوني مشترك . هذه الطريقة أصبحت بإمكان الخلية البدائية أن تحصل على قدرات معينة دفعة واحدة بأن تصم إلى نفسها أخواتها من الخلايا المتخصصة كقطع حاهرة مسبقاً («مسبقة الصنع») دون أن تضطر إلى أن تأخذ على عاتقها عملية التدريب الطويلة والشاقة (وغير المضمونة) على

جميع هذه الوظائف (أو أن تتحلل عنها) . سوف نرى لاحقاً أن تاريخ النشوء الذي وصفه لا ينطبق على الجسيمات الخضر وحسب وإنما أيضاً على العضيات الخلوية الأخرى .

هناك اكتشاف آخر يجعل الفرضية القائلة بأن التطور قد جرى على هذا الشكل شبه مؤكدة . لقد وجد العلماء في السنين الأخيرة لدى الجسيمات الخضر للخلايا العليا (وأيضاً لدى الجسيمات الكروندرية) حصاً نووياً من نوع دن س يختلف عن الحمض النووي دن س الموجود لدى الخلية الأم ، في الخلية التي تنتسب إليها العضية المعنية . يمثل هذا الاكتشاف ، حسب رأي معظم العلماء ، البرهان القاطع على أن ، على الأقل ، هاتين العusيتين كانتا في الأصل خلايا مستقلة حرة ، لهما فقط في حالة وئها هكذا في الأصل ، وليس مجرد قطع ساء أي أجزاء من كل ، يمكن فهم السبب الذي يجعلها يحملان مخطط بناء خاصاً بهما محرفاً عن الخلية الأم التي تحتويها .

من المناسب أن نشير عند هذه النقطة إلى أن الادعاء بأن عضيات الخلية تعيش تحت نير «العبودية» يمثل عرصاً للقضية بطريقة مأساوية مألفاً فيها . تبين لنا بصورة غير مباشرة التحارب التي أجريت على حيوان البورزارياء كم هي أحادية الجانب هذه الطريقة في التقييم . يعتبر هذا الحيوان الواحد الخلية حالة غودحية محبوبة من البيولوجيين لأن كلاً من العusيرين اللذين يتكون منها - أي جسمه دان ثم الجسيمات الخضر المقيمة في جوفه - يستطيع العيش لوحده مستقلاً عن الآخر . هذا وحده يكفي لبرهان على أن هذه الجسيمات الخضر هي في الأصل أشنيات مستقلة . لقد اضطر العلماء إلى البحث هيدلاً عن هذا البرهان لأن امكانية مثل هذا الاتصال تمثل حالة شادة .

في جميع الحالات المدروسة الأخرى - ولقد كرر العلماء محاولاتهم منذ أيام ميرشكرفسكي مراراً ومراراً - كانت دائماً بعد الفصل لا تموت الخلية الأم وحسب وإنما أيضاً العضية المعزولة خلال وقت قصير . لقد سبق وذكرنا أن العلماء لا يستطيعون المحافظة ، لأعراض البحث ، على حياة الجسيمات الخضر والجسيمات الريبية والجسيمات الكروندرية في منظومة الخلية الحرة إلا لفترة عبرة .

لم تعد حقاً أية عضية من عضيات الخلية الحالية قادرة على العيش حياة مستقلة فعلاً ، أي أن تتغذى وتتكاثر بمقدراتها الذاتية . لكن هذا يتيح الاستنتاج أن العضية قد تعلمت بدورها منذ زمن طويل أن تستفيد من الوضع الجديد . لقد تحلت كالطفيلي عن عدد من الوظائف المهمة للحياة . ذلك هي فيما يتعلق بهذه الوظائف تتطفل على «مضيفها» لا نستطيع اليوم أن نحدد بعد بالتفصيل لوظائف التي تتعلق بها الأمر هنا . لكن أن يكون الأمر كذلك فعلاً ، هذا ما ينتج بالضرورة عن حقيقة أن ما من عضية من العusيات تستطيع العيش مستقلة .

غير أن تعبير «التطفل» المستخدم هنا هو أيضاً أحادي ومنحاز ، بل هو تقييم جائر يعلم العusيات هذه المرة . إذ أن العضية تستخدم مالكمها أيضاً بنشاطاتها في محال التركيب الضوئي . يطلق البيولوجيون على هذا الشكل من التعاون تسمية «الريمبوز» أي «العيش المشترك» . بناء على ذلك تكون الخلايا «المتطورة» - هذا هو الرأي الذي بدأ يعم اليوم على ضوء المعارف الجديدة المعروضة هنا - عبارة عن محصلة لاتحاد مصلحي دائم بين خلايا بدنية عديمة النواة مختلفة الاختصاصات .

لكي أبرهن أن ما قلته لا ينطبق على الجسيمات الخصر وحدها يتوجب علي الآن أن أذكر باختصار ما يعتقد العلماء أنهم يعرفونه حول نشوء العضيات الخلوية الأخرى .  
ستطيع لهذا الغرض أن تنطلق من الوضع التاريخي الملموس الذي نعتقد أنه كان قائماً في المحيطات الأولى في تلك الحقبة .

لقد قطعنا وصفاً للوضع القائم آنذاك عند اللحظة التي تم فيها تجاوز الأزمة الغذائية الشاملة الأولى نتيجة لظهور الخلايا الأولى المحتوية على جسيمات حضر . وبينما ان تكاثرها السريع أتاح إمكانات حياتية جديدة لنوع آخر من الخلايا هي تلك التي لم تكن تحتوي على جسيمات حضر والتي تحولت في الوقت المناسب إلى التغذية بطريقة الافتراس .

لكن الغذاء الحديد الذي تأمن لها الآن حلب معه مشاكل جديدة أيضاً . لم يكن هذا الغذاء قابلاً للائلاع في كل الأحوال بساطة وسليبة كما كان الأمر لدى الجزيئات الكبيرة اللاحيّة النشئة لا عضويًا والتي كانت تشكل حتى الآن المتوفر من الغذاء . كان يوجد بالتأكيد كثير من وحيدات الخلايا النباتية التي تستطيع التحرك والانتقال بسرعة : الأشنيات بشعيراتها الدقيقة والبكتيريا الهدية والبكتيريا الحلزونية وغيرها ، جميعها تدفع نحو الأمام بتحريك جسمها دورانياً أو تنوئياً أو ماشابه .

مرة أخرى تغير المحيط - من المهم الانتباه إلى هذه الظاهرة ! - وقد طرأ تعيره الحاسم هذه المرة على خصائص الغذاء الضروري للحياة . لقد اصبح هذا الغذاء متحركاً . ولكي يتمكن الصيد من القبض على فريسته المتحركة يجب أن يكون هو نفسه متحركاً . بذلك كان تعير المحيط يعني تحدياً حديداً لا يرحم وهو إما أن يطور الصيد صفة جديدة ، أي أن يكتسب مهارة لم يكن يعرفها من قبل ، أو أن ينقرض .

ماذا تستفيد أكثر حلية من تفوقها إذا كانت فريستها تستطيع الابتعاد عنها بساطة لا حيلة لها بها ؟  
مرة أخرى في هذه المرحلة مات عدد لا يحصى من الخلايا لأن مؤهلاتها لم تعد تتناسب مع هذه الخصائص الجديدة للغذاء الحديد ، أي لأنها لم تتمكن من «التكيف» مع تغيرات الوسط المحيط . لكن في هذه المرة أيضاً وحده عدد - على الأرجح عدد متواضع جداً - من الخلايا التي تمكنت من التحول في الوقت المناسب . لقد أمت لنفسها أداة مكنتها من التحرك بسرعة وبالتالي من مطاردة فريستها انارية بنجاح :

إها الهديات الحركية

هذه العصية أيضاً لم تحصل عليها الحلية ، التي تملكها اليوم ، شيئاً فشيئاً عبر لتطور البطيء والعسير وإنما أخذتها كـ «وحدة جاهزة» وفقاً لمدأ التعاون المتبادل . كان الشريك الذي قدم الخدمة اللازمة للجماعة في هذه الحالة هو الـ «سبيروشيت» . هكذا يسمى البيولوجيون هذه البكتيريا الدقيقة العديمة البواة التي تشبه مفتاح زجاجات النبيد وتتحرك بطريقة دائرية متلوية ( «سيرا» تعني في اللغة اللاتينية «حلزون» و «شيت» تعني «الشعر الطويل» لذلك سسمي هذا الكائن «الحلوة الشعرية» -  
(المترجم)

في هذه الحالة أيضاً استفاد كلا الفريقين من عملية التعاون . الحلية الجائعة التي علقت على سطحها الخارجي حلزوية شعرية لأول مرة وحدت نفسها فحاة تتحرك بسرعة كافية لمنحها فرصاً أكثر في



معركة البحث عن الغذاء . أما الخلزية الصغيرة فقد أصبحت الآن تتغذى على قطع كبيرة من الخلايا التي كانت قبلئذ لا تحلم في الحصول عليها ، لا تستطيع ابتلاعها . لقد وحد العلماء لهذه الحالة أيضاً من اكتساب الجهاز الحركي أشكالاً انتقالية لدى وحيدات خلية لم تزال تعيش حتى اليوم . تؤيد صحة هذه الطريقة في الشئء التطابقات المكتشفة بالمجاهر الالكترونية بين بنية الاهداب الحركية (العضية التابعة للخلية الحالية) وبنية الخلزية الشعرية التي لم تزال تعيش حتى اليوم ككائن مستقل .

سقدم مثلاً آخر على مدأ الاتحاد التعاوني على مستوى الخلية . يتعلق هذا المثال بالجسيمات الكوندرية وقد يكون من بعض النواحي (في كل الأحوال من وجهة نظرنا كشر) أهم مثال على الإطلاق لتذكر : الجسيمات الكوندرية هي العضيات التي تسمى أيضاً «محطات الطاقة الخلوية» لأن عمليات التنفس التي تولد الطاقة تحصل فيها غير أن التنفس يعني «الاحتراق» أو بتعبير أدق كيميائياً : تفكيك حريثات أكبر (قل كل شيء جزئيات سكر العنب) إلى مكونات اصغر (ماء وغاز فحم) للحصول على طاقة الربط التي تصبح حرة ؛ كل هذا يحصل بمساعدة الأوكسجين .

ولكن ماذا تفعل الآن الجسيمات الكوندرية - التي تستطيع تحرير الطاقة باستخدام الأوكسجين - في الغلاف الحوي البدئي الذي لم يكن يحتوي ، كما سبق وأوضحنا تفصيلاً ، على الأوكسجين الحر على الإطلاق ؟ بل نقول في الغلاف الحوي الذي لم يكن يجوز أن يحتوي على الأوكسجين الحر ثانياً لأن قدرته على الأكسدة كانت ستحول دون شئء الجريثات الكبيرة والمركبات البيولوجية المتضاعفة التي دفعت التطور إلى النقطة التي وصلنا إليها الآن ؟

عندما نضع أمامنا هذا السؤال يخطر بالبال أن الجسيمات الكوندرية بدورها هي الجواب على تغير شروط المحيط ، أي انها رد تكيفي على التحدي الحديدي الذي واجه الحياة الناشئة لتوها . كانت أربة توجب إيجاد الرد الصحيح عليها لأن الدليل الوحيد كان الموت المؤكد . كل ما نستطيع قوله اليوم حول شئء الجسيمات الكوندرية يؤيد صحة هذا الاعتقاد . ندو لنا الأمور اليوم هكذا وكأن الجسيمات الكوندرية مثلت الرد على خطر قاتل هدد جميع الحياة الأرضية كانت سسه عضيات أخرى تحدثنا عنها لتونا هي الجسيمات الخضر .

يتوجب علينا عد هذه النقطة لغرض الايصاح أن نمرع قليلاً في الموضوع مرة أخرى علينا على الأقل ان نعالج باختصار السؤال حول المصدر الذي كانت الخلايا الموجودة تحت الغلاف الحوي البدئي الخالي من الأوكسجين ، تستمد منه الطاقة اللازمة لحياتها . الجواب على هذا السؤال سهل نسبياً لأنه لم يزل يوجد حتى اليوم أحفاد لتلك الخلايا الأنبروية التي كانت تعيش بدون أوكسجين (انبروب كلمة يونانية لاتيية مركبة معناها «حياة بدون هواء» ) . يستطيع إدن دراسة تمثيلها العضوي بكل جريثاته على الواقع . النتيجة . تحصل الأنبروبات على الطاقة التي تحتاجها ليس عن طريق التنفس وإنما (بغض النظر عن بعض الاستثناءات القليلة) عن طريق عملية تفكك تسمى «التخمير» .

الجريزة النمودجية التي تحتوي على طاقة ربط كبيرة نسبياً وفي نفس الوقت تفكك بسهولة هي جريزة سكر العنب أو الغلوكوز . لذلك فإن سكر العنب هو واحد من أهم المواد الغذائية وأكثرها

انتشاراً . حتى الكائنات الحية الحالية التي تنفس الأوكسجين تقطع المرحلة الأولى من تفكيك سكر العنب بطريقة أنيروبية (لا هوائية) ثم تنتقل بعد ذلك إلى الحرق بواسطة الأوكسجين .

تقدم جميع الخلايا الحية بتفكيك الغلوكوز (وجميع الحريثات الأخرى المستخدمة للتغذية) على «أقسام»، أي على مراحل جزئية كثيرة متتالية تبدو هذه الطريقة للوهلة الأولى مطوّلة ومعقدة بلا لزوم . لكن علينا أن نعلم أن تفكيك جزيئة غلوكوز دفعة واحدة إلى مكوناتها النهائية ، الماء وغار الفحم ، سيحرر كمية من الطاقة الحرارية لن تستطيع تحملها أية حلية حية . لذلك تقوم الخلايا بعملها ببطء وهدوء . تقوم كل حلية من الخلايا التي تتكون منها بتفكيك «مادة الطاقة» الغلوكوز خلال ما لا يقل عن ٢٤ خطوة جزئية متتالية تتم كل خطوة منها بواسطة انزيم خاص بها بالطريقة التي تمرها عليها سابقاً . توفر هذه الطريقة للخلية امكانية السيطرة على سرعة الهدم وبالتالي على تحرير الطاقة الكيميائية التي تحتويها الجزيئة المهدمة لكي تحول دون أن يؤدي تفكك الغلوكوز إلى نوع من «الافحارات السلسلية» .

تتم الخطوات العشر الأولى ، حتى لدى خلايا المتعضيات التي تنفس الأوكسجين ، أنيروبياً أي بدون استخدام الأوكسجين . بذلك يتم تفكيك الغلوكوز إلى ناتج بسيط يسمى حمض العنب المحروق (يشبه حمض الخل) . بدون مساعدة الأوكسجين تتوقف عملية التفكك عند هذه النقطة حيث أن متابعة الهدم وبالتالي تحرير الطاقة الكيميائية المتبقية في حمض العنب لا يمكن أن تحصل إلا بوجود الأوكسجين . تتطابق هذه المرحلة الجزئية الأولى اللا هوائية من التنفس مع العملية التي تسمى في الكيمياء العضوية «التخمير» .

هذه ظاهرة على درجة كبيرة من الأهمية . يكمل هذه الظاهرة الاكتشاف أن الضغط الأول من تفكك سكر العنب لا يتم في الجسيمات الكوندرية وإنما في مناطق الهيولى الخلوية («القديمة») الحالية من العصيات . وأخيراً فإن هذا التفكك الجزئي الحاصل وفقاً لبدأ التخمر بمعزل عن الهواء يتطابق مع عملية التمثيل العضوي التي تستمد منها عالية الكائنات الأنثروبوية التي لم تزل تعيش حتى اليوم الطاقة التي تحتاجها . إن هذا هو كل ما تستطيع فعله . إنها تستطيع الوصول فقط إلى حمض العنب المحروق (أو إلى مواد مقاربة) . لا تستطيع استغلال مادة سكر العنب إلى أبعد من ذلك ، لأن هذا غير ممكن بدون الأوكسجين .

تترر كل هذه الاكتشافات الاستنتاج أن عملية التمثيل العضوي المسماة «تخمير» هي الشكل الأقدم والأولي لتفكك الغلوكوز . بمساعدته تغذت الخلايا البدئية الأولى التي تكيفت مع الغلاف الجوي الحالي من الأوكسجين. أما أن يكون استغلال الغذاء غير كامل بسبب عملية التفكك الناقصة (غير المكتملة) فلم يكن يلعب أي دور طالما توفر هذا الغذاء بكميات كافية وطالما كانت وظائف الخلايا لا تستهلك كثيراً من الطاقة

غير أن الظروف تغيرت مرة أخرى . «إن العالم الذي هو متناه ومتغير باستمرار لا يمكن أن يحتوي ما هو لامتناه وأبدي» (ص ٣٤) . إذا كان لا يوجد توارن في المجال الكوني الذي يخضع لتأثيرات قوى

فيربائية «فقط» فكيف تستطيع افتراض وجوده على سطح الأرض ضمن الشروط التي ابحث الآن  
معقدة لدرجة كبيرة تفوق التصور؟

لقد حصل الاحتلال هذه المرة بسبب نشاط الحسيمات الخضر . لقد سبق وأوضح كيف انقذ  
ظهورها خلايا الحقبة البدئية من الموت المؤكد بسبب فقدان الغذاء وذكرت أنها لم تزل حتى الي تؤدي هذه  
الوظيفة اللابدل لها التي تؤمن الامدادات الغذائية بلا انقطاع . لكن عملية التركيب الضوئي لا تنتج  
طاقة وحسب وانما في نفس الوقت أيضاً ، كأية عملية تمثل عضوي أخرى ، نواتج هدم أي نفايات .

لم تنشأ عن ذلك في البداية أية مشكلة . لم تختلف المراحل الأولى من توليد الطلة الكيميائية  
الضوئية ، التي كانت لم تزل بدائية وبالتالي أقل فعالية من عملية التركيب الضوئي المتطورة الاحقاب  
اللاحقة ، نفايات يمكن ان تعبر المحيط تغيراً هاماً . لكن خلال عدة مئات من ملايين اسنين التالية  
ظهرت شيئاً فشيئاً طرارات جديدة من الحسيمات الخضر تعمل بفعالية أكبر . أما الحوة المتقدمة  
الأخيرة ، التي تحققت أخيراً بعد مرور زمن طويل جداً بالتأكد من التطور ، كانت تكمن في ، الحسيمات  
الحصر احتاحت إلى الهيدروجين الضروري لعملية التركيب الضوئي فانتجته هي نفسها بتفكيك جزيئة  
الماء إلى عناصرها الأساسية : الهيدروجين والأكسجين .

يبدو أن هذا الشكل الحديث للتركيب الضوئي المتحقق بهذه الطريقة قد أدى إلى امكية استغلال  
هذا النوع من توليد الطاقة بصورة مثلى بحيث لم يطرأ عليه ، حسب معارفنا الحالية ، مندئي تحسين ،  
أو أي تحسين جوهري على أي حال . يؤيد نداعة هذه الطريقة في الحصول على الطاقة جاج الذي  
ستطيع قراءته على راسب قديم جداً وفرته للخلايا هذه الخطوة الأخيرة . أدى اختراع الترب الضوئي  
بشكله النهائي إلى تكاثر هائل للأشنيات الخضراء - الزرقاء لم تزل تؤيد كبر كميته حتى يوم سخامة  
الرواسب الناتجة عن بقايا هذه الأشنيات غير ان العملية الخاصة التي أدت إلى هذا النجاح خلعت  
كناتج جانبي (كنتاية غير مرغوبة) الأكسجين . لقد قامت ، كما قلنا ، الأشنيات الخضر - الزرقاء  
والحسيمات الخضر المتشكلة منها بتفكيك الماء إلى مكوناته الأساسية ، الهيدروجين والأكسجين . أما  
الهيدروجين فقد احتاحت لعملية التركيب الضوئي . لكن الأكسجين بقي فائضاً . لم يكر له بالنسبة  
للحسيمات الحصر أي استعمال .

بذلك كان ظهور الحسيمات الحصر الناصجة يعني بداية النهاية بالنسبة للغلاف الجوي بدئي . إذا  
كانت ، كنتيجة لحداحها ، قد تكاثرت بكميات هائلة وانتجت الاوكسجين الحرفان هذا الف ، الذي لم  
يكر معروفاً حتى داك الوقت ، بدأ يتجمع في الغلاف الجوي . ومنذ هذه اللحظة رأّت كمية  
الاوكسجين في الغلاف الجوي الأرضي تزايد باستمرار وبدون توقف .

كانت النتيجة تهديداً خطيراً شاملاً لجميع اشكال الحياة التي كانت قد نشأت على أرض حتى  
الآن . لم تكن توجد متعضية واحدة كانت قد هيات نفسها لظهور هذا الاوكسجين الذي لم يكن حتى داك  
الوقت موجوداً إلا بكميات جد ضئيلة . كانت المشكلة ترداد خطورة لأن الاوكسجين راح يحل فترة حد

قصيرة بسبب نشاطه الكيميائي الكبير يهاجم جميع المواد العضوية بلا استثناء . كان هذا يطبق ايضاً  
مداة على جميع المتعضيات التي لم تكن قادرة ، بواسطة انزيمات تحيد مثلاً ، على حماية نفسها ضد قوة  
الأكسدة لهذا الغاز الجديد الذي اصبح يشكل جزءاً من الغلاف الجوي الأرضي .

عندما ظهر الأوكسجين لأول مرة على الأرض كان ، بكلمات أخرى ، غازاً خطيراً هدد حياة جميع  
أنواع الكائنات الحية الأرضية .

\*\*      \*\*      \*\*



## ١٣. التكيف بالصدفة ؟

بعد أزمات غذائية متكررة كانت الكارثة الكبرى تقف الآن على الأبواب . مهما كانت معلوماتنا عن هذه الحقبة المفرقة في القدم ناقصة فإن جميع العلماء يتفقون اليوم على أن جميع أشكال الحياة ، التي كانت قد تشكلت آنذاك ، يجب أن تكون قد راحت ضحية هذه الكارثة الشاملة التي عمت العالم الأرضي بكامله . لقد ماتت متسمة بالأكسجين . عدد قليل منها فقط تمكن من تجاوز المحنة وأنقذ بذلك الخبرات الثمينة ، التي كانت الحياة قد راكمتها حتى ذلك الوقت ، عابراً بها الطريق إلى الحقبة التالية . لقد كان الوضع وكأن روحاً شريرة قد غمرت كوكبنا بغمامات لا أطراف لها من الغاز القاتل .

لكن السبب لم يأت ، هذه المرة أيضاً ، من الخارج . لقد سببتها ، كما كان الأمر لدى جميع الأزمات السابقة ، الحياة نفسها . إن الأرض ليست «مسرحاً» ، أي أن المحيط ليس مجرد ساحة تدور فيها معرك الحياة . بل إن ظهور الحياة غير الأرض تغييراً أساسياً . وهذا التغيير أثر بدوره على الحياة وساهم في صياغة خط التطور الذي سلكته .

لقد بدأ الحوار بين الحياة والمحيط الأرضي الذي نشأت فيه بأن كان المحيط ، كما نتذكر ، هو الذي أنتج الحياة . أي أن المحيط الذي يبدو في نظر أغلب الناس سلبياً كان في الواقع الشريك الإيجابي الفعال الذي وضع أصلاً عملية الحوار على طريق التحرك . كان أيضاً للغلاف الجوي الحالي من لأكسجين ، بواسطة الأشعة فوق البنفسجية وأنواع أخرى من الطاقة ، تأثير على المحيطات الأولى ، التي كانت مياهها في البداية معقمة ، أدى شيئاً فشيئاً إلى تشكل الجزيئات المعقدة ثم الأحماض وأخيراً إلى تشكل المركبات البيولوجية المتضاعفة . لكن تركيز هذه المركبات في المحيطات بدأ يتراجع بلا توقف فور ماتشكلت منها الخلايا الحية الأولى لأنها أصبحت الآن تشكل غذاء هذه الخلايا ولذلك كانت الكميات المستهلكة منها أكبر من الكميات المتشكلة من جديد .

كانت نتيجة هذا التأثير الذي مارسته الحياة على المحيط فور ظهورها هي الأزمة الغذائية الأولى التي ذكرناها . تم تجاوز هذه الأزمة بأن أدت تأثيرات المحيط المفتقر إلى الغذاء مدورها إلى ظهور طراز جديد من الخلايا وإلى تكاثرها السريع . كان هذا الطراز هو «أكلات الصوء» ، أي الخلايا المحتوية على الـ «سورفيرين» ، التي تمكنت من العيش حتى في المحيط المفتقر إلى المواد الغذائية العضوية بأن ركبت هي نفسها بمساعدة ضوء الشمس الروابط العنصرية اللازمة . في هذا الوسط العي بهذا النوع من الخلايا توفرت بعدئذ أيضاً فرص اللقاء لبعض الأنواع الأخرى من الخلايا التي كانت تعتمد في غذائها حتى ذلك الوقت على المواد العضوية . كان عليها فقط أن تتحول في غذائها إلى الخلايا الحية الأخرى . هكذا بدا وكأن التوازن قد تحقق في النهاية على أحسن ما يرام . لكن المظهر كان خادعاً . إذ أن الخلايا التي كانت تقوم بعملية التركيب الصنوي والتي أنقذت الموقف في الأزمة الأولى هيأت مرة أخرى سبب نشاطها الحديدي التعبير الخطير الثاني للمحيط : لقد غيرت الغلاف الجوي الذي كان يبدو حتى هذه اللحظة من التطور مستقراً لدرجة مُطمئنة . لأول مرة منذ نشوء الأرض بدأ الأوكسجين يتجمع شيئاً فشيئاً في علائها الجوي

تكفي كلمات مختصرة لوصف الطريقة التي تم بواسطتها تجاوز الخطر هذه المرة . كان رد الحياة على هذا الخطر الحديدي ، الذي بدا لأي محرج ، مشابهاً في حطوطه العريضة إلى حد كبير لما حصل في الحالات السابقة . ظهر مرة أخرى طراز حديد من الخلايا . كان هذا الطراز هذه المرة هو البكتيريات التي تمكنت بواسطة انزيمات لم تكن معروفة من حماية نفسها من العازز الجوي الحديدي ، الأوكسجين . مرة أخرى لم تتوقف الأمور عند هذا الحد ، إذ أن الحياة ، كما حصل في المرات السابقة ، لم تكتف هذه المرة بدرء الخطر وحسب . يبدو أن تغير المحيط لا يجلب معه ، في كل مرة ، الخطر وحسب وإنما يمثل نوعاً من التحدي الذي يشد حيال التطور . مبكراً أو متأخراً سوف تكتشف البكتيريات الجديدة المنبعة تحاه خطر الأوكسجين ، والتي تكاثرت بسرعة على حساب الخلايا «الرحمية» الأقل حظاً ، الامكانية بأن تستعمل النشاط الكيميائي الكبير للأوكسجين . الذي كان درء خطره يمثل الهدف الملح الأول ، مما يخدم مصاحبها

مرة ثانية تمكن بالتأكيد عدد قليل فقط ، ربما بضع عشرات ، بل ربما واحدة فقط ، من بين البكتيريات الكثيره برقم فصائي ، من كشف سر اللوحة العامصة . كانت بكتريا واحدة تكفي . كانت قدرتها على استغلال الأوكسجين لسد حاجتها من الطاقة في عملية تمثيلها العضوي يجب أن تحقق لها تفوقاً هائلاً على جميع منافساتها وأن توفر لخلفها ، الذي يرث ويورث هذه الموهبة ، فرص بقاء أكبر بكثير بدرجة لا تقبل المقارنة . غير أن هذا لم يكن يعني سوى أن هذا الطراز الحديدي المتقدم من الخلايا ، كأول «متنافس للأوكسجين» في تاريخ الأرض ، قد تمكن خلال عدد قليل من مئات آلاف السنين من السيطرة على مسرح الأحداث بكامله .

إن تفوق هذه البكتيريا الأولى «المتنفسة» يقوم في نهاية المطاف فقط على قدرته على استغلال مصدر للطاقة كان يبدو حتى ذلك الوقت مستحيلاً . كان الاكتشاف الذي حققته الخلايا الـ «سورفيرينية» يتعلق

بالاستفادة من الشمس كمصدر للطاقة . لذلك يعتبر الاكتشاف الذي حققته البكتيريا الأولى المتنفسة بالمقارنة متواضعاً . تكمن أهمية هذا الاكتشاف في «المعرفة» بأن حمض العصب ، الناتج النهائي أو النفايات التي تخلفها الخلايا التي تعيش على عملية التخمر ، لم يزل يحتوي على كمية غير مستغلة من الطاقة ستوضع حصراً تحت تصرف من يتعلم التعامل مع الأوكسجين .

إن «التنفس» لا يعني أي شيء آخر سوى متابعة ، بمساعدة الأوكسجين ، تفكيك هذه النفاية وغيرها من النفايات الأخرى الناتجة عن التفكك بواسطة التخمر ، ولكن هذه المرة بصورة نهائية ويدون أية بقايا أي حتى الوصول إلى المكونات الأولية اللانحترق فيها ، الماء وغاز الفحم . إن من يستطيع التنفس تصح هذه الطريقة في توليد الطاقة المتفوقة كثيراً على طريقة التخمر (لأنها تكمل عملية الهدم التي لم يسجزها التخمر) في تناول يده . هل سيكون هناك ما يبعث على العجب إذا ما أصحت متفكسات الأوكسجين من الآن وصاعداً في الطبيعة ؟ إن من يعرف هذه العلاقات سيكون بديهاً بالنسبة له أن (بعض النظر عن الحالات الشاذة النادرة ، أي عن عدد ضئيل من أنواع البكتيريا الانثروبوية التي لم تزل موجودة حتى اليوم) جميع الحيوانات الموجودة اليوم ، سواء أكانت وحيد خلية متبدلاً أو فيلاً أو برغشة أو إنساناً ، «تنفس» .

الشيء الوحيد الذي قد يدعونا هنا إلى العجب هو كيف كان ممكناً أن نجحت جميع اشكال الحياة في اكتساب القدرة على توليد هذا الشكل الكيميائي المعقد للطاقة بواسطة تنفس الأوكسجين . لكن الجواب هو بالطبع مرة أخرى مشابه للاجوبة السابقة وهو أنه يكفي اكتشاف التنفس مراراً قليلة فقط ، بل ربما مرة واحدة وحيدة . عندئذ كانت الخلية التي نجحت في ذلك ستعطي هذه الموهبة لخلفها عن طريق الانقسام المتتالي وهذا الخلف سينقلها إلى الخلايا الأكبر عن طريق العيش المشترك . أي الاتحاد التعاوني المصلحي ، الذي سبق وشرحناه .

في هذه الحالة أيضاً استفاد المضيف . لقد حصل على حصة من الطاقة التي تحررها البكتيريا المتنفسة . غير أن البكتيريا استفادت أيضاً قبل كل شيء من الحماية التي وفرتها لها الخلية المضيفة الأكبر . هذا هو ، حسب جميع معارفنا الحالية ، تاريخ نشوء «الجسيمات الكوندرية» ، تلك العضيات التي لم تزل عملية التنفس داخل الخلية تحصل فيها حتى يومنا هذا .

تمثل الجسيمات الكوندرية محطات الطاقة في الخلية لأن تفكيك جزيئات الغذاء إلى حدودها القصوى بمساعدة الأوكسجين لم يزل يحصل حتى اليوم حصراً فيها . أما جسد الخلية ، الهولي ، فلم يزل حتى اليوم في الخلية الحالية يقوم بتخمير الغذاء فقط ، أي بتفكيكه بصورة غير كاملة إلى النواتج الوسيطة التي ذكرناها . لن يقدم لنا كل ما تنفسه من الهواء أدنى فائدة لو لم يكن يوجد في كل خلية منفردة من الخلايا اللا حصر لها ، التي تتكون منها ، مئات الجسيمات الكوندرية الصغيرة التي هي الوحيدة القادرة على فعل شيء ما بالأوكسجين الذي نستنشق .

كل هذا قابل للفهم ومقبول عقلياً ولو مهما كانت الثغرات في معارفنا الخزنوية كبيرة . إن مبدأ نشوء خلية «أعلى» ، مع عصياتها المتخصصة على أعمال محددة تماماً ، عن طريق اتحاد خلايا عديمة النوى مختلفة



الاحتصاصات يتبع ، شأنه شأن جميع خطوات التطور الأخرى ، التي حدثت كل منها محل الأخرى منذ الانفجار الكوني الأول ، القوانين الطبيعية المعروفة .

لم نقدم حتى الآن تفسيراً مباشراً لكون حموض د ن س ، حاملات مخطط بناء الخلية ، قد تركزت خلال هذه المرحلة من التطور في عضية خاصة بها وعزلت نفسها في داخل الهيولى الخلوية هذه العضية هي مواء الخلية . لقد سارا كلاهما في الواقع يداً بيد . بما أن هذا يصح بلا استثناء وبما أن نواة الخلية هي جزء بارز الظهور ، يمكن التعرف عليه بسهولة بواسطة أي مجهر وبدون أية ملونات أو أية معالجة خاصة أخرى ، يستخدمها البيولوجيون كعلامة للتمييز بين كلا الوعين من الخلايا . يتحدثونه عن الخلايا «العديمة النواة» عندما يريدون أن يعرفوا عن الخلايا البدائية التي لا تحتوي على عضيات يطلقون على الخلايا الأعلى المحتوية على العضيات باختصار تسمية «الخلايا المحتوية على نواة» أو «الخلايا النووية» . غير أن هذا السؤال الذي لم يلق جواباً بعد يطرح مسألة أخرى تعرضنا إلى «تفسيرها» مراراً في الصفحات السابقة دون أن نتطرق إلى المشكلة الكامنة فيها . لقد اكتفينا عند إعادة صميم تاريخ الشئ ، الذي أدى إلى ظهور الخلايا المنتفخة الأولى (وكذلك العضيات الأخرى ذات الوظائف المتخصصة) ، اكتفينا ببساطة بالصياغة العامة القائلة ، أنه يكفي أن يتمكن عدد قليل ، أو ربما خلية واحدة من بين الخلايا الكثيرة اللا حصر لها ، من اكتساب المهارة الجديدة في الوقت الذي أصبح الحاجة إليها فجأة على درجة كبيرة من الالحاح .

إن هذا القول صحيح من ناحية أن كل ما يحصل بعد ذلك ليس سوى نتيجة لتكرار هذه الخلية الوحيدة التي حققت لها مهارتها الجديدة تفوقاً كبيراً . لكن النقطة المحيرة هي طبعاً السؤال حول الكيفية التي توصلت فيها هذه الخلية الواحدة إلى هذه المهارة المدهشة التكيفية مع المحيط بصورة هادقة . هذه هي مرة أخرى مشكلة من نفس النوع الذي يحس التمسك به ، لسبب أو لآخر ، جميع أولئك الذين يصرون على أن التاريخ ، الذي أحاول هنا سرد خطوطه العريضة ، هو بمعنى معين بس «من هذا العالم» ، دون أن يقيموا أي اعتبار للحقيقة التي لا ينكرونها وهي أن هذا التاريخ قد حصل فعلاً على سطح الأرض التي يعيش عليها . إذ حتى لو قبلنا أن الأمر قد حصل فعلاً مرة واحدة وحيدة (وهذه المرة تكفي حقاً) يبقى واجباً علينا أن نفسر كيف تمكنت تلك الخلية الواحدة من «التنفس» بجأة تماماً في اللحظة التي أصبح فيها اكتساب هذه الامكانية (الخاصية) ضرورياً وملحاً لتابعة تطور الحياة . حتى لو كان الذي اكتسب هذه الخاصية هو خلية واحدة وحيدة فإننا نقف أمام مشكلة أساسية ذات أهمية حاسمة بالنسبة لجميع التطور البيولوجي : كيف استطاعت هذه الخلية الواحدة التكيف مع حاصب من خواص المحيط ، الذي لم تكن «تعرف» عنه أي شيء عندما نشأت من انقسام خلية أم ؟

ما من خلية على الإطلاق لديها الامكانية لأن «تعلم» ، بالمعنى الحقيقي للكلمة ، وليفة بيولوجية جديدة . ليس ممكناً على الإطلاق أن تكتسب خلية وظيفة ، مثل التنفس أو التركيب الضوئي ، لم تكن تعرفها عند «ولادتها» (نشوئها) بل تعلمتها خلال حياتها . إن وظائف كتلكما اللتين ذكرناهما تتطلب تجهيزات جسمية معينة في حالة مثالنا عن التنفس انزيمات محددة ، أي انزيمات جديدة تحصر

العمليات البيوكيميائية ، التي تقوم عليها عملية التنفس أو التي ، بكلمات أخرى ، تمكن الخلية من التعامل المهادف مع الأوكسجين .

إن مثل هذه الانزيمات إما ان تكون موحودة أو لا موجودة . إنها جزء من مخطط البناء لموروث وهي تكون محزنة (أو لا مخزنة) هناك ، في نواة الخلية ، بمساعدة حموض د ن س . ما من أحد يستطيع «تعلمها» . هذا يعني استنتاجاً أنه ، لكي تكون افكارنا المعروضة حتى الآن صحيحة ، يجب ان تكون قبل حوالي ٣ مليارات سنة قد وجدت على الأقل خلية واحدة امتلكت بالصدفة المحضة جميع الانزيمات اللازمة للتعامل مع الأوكسجين ، امتلكتها مسبقاً منذ لحظة نشوئها وبالضبط في اللحظة التي ظهر فيها هذا الأوكسجين في الغلاف الجوي الأرضي .

إنها الصدفة مرة أخرى . الصدفة التي لعت مراراً وتكراراً على مدار التاريخ أدواراً هامة في أقنعة مختلفة . وهنا تواجهنا هذه الصدفة في هيئتها العارية الاستغرافية التي لا نرحم . لم تعد المسألة تتعلق هنا بمجرد مقدار احتمال حصول الحدث قبل حصوله . لقد تعلمنا في مناسبات سابقة ان الاحتمال لا معنى له في الحالة التي يكون فيها مجال الحركة (مجال الخيارات) لمتابعة التطور كبيراً جداً ، أو لا محدوداً . يمكن ان يكون الاحتمال لتناثر شظايا قرميدة ، سقطت من السطح على الرصيف ، تناثراً معيناً ضئيلاً كما يشاء . لكن سقوط القرميد وحركة التاريخ لن يوضعا في موضع الشك بواسطة مثل هذه الحسابات الاحتمالية السفسطائية . لن يوضع موضع الشك ، لأن الحال سيان تماماً ان سقطت على الرصيف بهذه الطريقة أو تلك أو توزعت شظاياها بهذا الشكل أو ذاك ، لأن الاحتمال العشيل المتطرف للحالة الخاصة الموصوعة في الاعتبار يقابله عدد كبير جداً ، يقترب من اللامحدود ، من الامكانيات الأخرى لتحقق السقوط . لذلك فإن القرميدة ستسقط بطريقة ما بالتأكيد . إن مثل هذا المطلق لم يستطع ان يمنع شوء الانزيمات والجسيمات الروتينية الأخرى التي لم نعر انتباهها للحقيقة التي لا جدال فيها وهي أن الاحتمال لحصول التشفيرات الخاصة ولاصطفاف الحموض الأمينية بالشكل التي هي عيه ضئيل برقم فلكي لكنها شأت رغم ذلك لأنه كان يوحد ، عندما شأت ، امكانيات كثيرة لا محدود تقريباً لترميز الأحسام الروتينية المختلفة بواسطة حموض د ن س .

هنا ، في النقطة التي وصلنا إليها الآن ، أصبحت الأمور لأول مرة مختلفة . لم تعد هنا امكانيات استمرار التطور لا محدودة ، لأن التطور ذاته قد وضع نفسه ، خلال الفترة الممتدة لمليارات نسين ، شيئاً فشيئاً ، ودائماً أكثر وأكثر ، في اتجاه ملموس معين جعل المجال الحر للمتابعة يضيق يوماً بعد يوم . عندما وصل تاريخ الحياة المبكر إلى النقطة ، التي راحت عندها كمية الأوكسجين في الغلاف الجوي الأرضي تتزايد بلا توقف ، لم تعد امكانيات المتابعة في أي حال كبيرة بدرحة لا محدودة .

كان العكس تماماً هو الصحيح . لقد طغى الآن على المحيط الذي كانت تعتمد عليه الحياة عنصر وحيد محدد تماماً ، هو الأوكسجين ، مما له من خواص متميزة شرسة . فقدر ما كانت خواص هذا الغازي الحديد متميزة ، توجب على من يريد التكيف مع التعبير الطاريء الحاسم لشروط الحياة ان يطور قدراته تطوراً نوعياً مناسباً . غير أنه لا يوجد طرق كيميائية كثيرة للسيطرة على هذا العنصر العدواني ،

الوكسجين . قد لا يوجد ضمن الشروط البيولوجية - لا يستطيع ان يعرف بالتحديد المؤكد - سوى الطريق الوحيدة التي نعرفها ، لأنها هي التي تحققت آنذاك على الأرض .

لقد أصبح ، دفعة واحدة ، احتمال حصول الحدث ، الذي توقف عليه كل شيء الآن ، قبل حصوله شيئاً بمقدار ما براه عليه اليوم بعد مراعاة الامكانات الأخرى . بتعبير أبسط : لقد كاد التطور أن ينقطع آنذاك لو لم تظهر في هذه اللحظة من تاريخ الأرض على الأقل خلية واحدة تمتلك «بالصدفة المحضة» ومنذ لحظة نشوئها بالضبط وبالتحديد الانزيمات النوعية الجديدة ، التي كانت تحتاجها كي تستطيع «التنفس» . ولكي نكون أكثر وضوحاً : يجب ان تكون هذه الخلية قد امتلكت المجموعة اللازمة من الانزيمات منذ لحظة نشوئها أي قبل ان نحتك مع اوكسجين الغلاف الجوي

هل هناك امكانية على الاطلاق لمثل هذا التطابق الحاصل «بالصدفة المحضة» ؟ هذا هو السؤال الأساسي لجميع التطور البيولوجي . حسب الإجابة عليه تفرق الطرق . تعتبر الإجابة بـ «نعم» على هذا السؤال نوعاً من الاعتراف الإيماني لعالم الطبيعة المعاصر إذا أردنا التعبير بطريقة عدوانية نستطيع أن نقول أيضاً : لم يبق أمامه أي حيار سوى أن يقول نعم ، لأنه هو الذي حدد هدفه منذ البدء بأن يفسر طواهر الطبيعة بطريقة عقلانية استناداً إلى قوانين الطبيعة دون أن يلجأ إلى أية مساعدة من تدخل فوق - طبيعي

ها عند هذه النقطة حشر نفسه في محاولته هذه ، كما يبدو للوهلة الأولى ، بصورة نهائية في الرواية بماذا عليه أن يعتقد الآن ، بعد ان حاصرته الشروط التي صاغها هو نفسه ، إن لم يطلب الجدة من الصدفة ؟ وإلا كيف يستطيع ان يفسر علمياً - طبيعياً أن تكون ، بعرض متاعه التطور ، قد وجدت الآن دفعة واحدة حلبة تستطيع «التنفس» ؟ تماماً وبالصبط في اللحظة التي أصبح فيها هذا التفاعل الكيميائي المعقد ليس معيلاً وحسب وإنما لاغنى عنه إطلاقاً لمتابعة الحياة الأرضية ؟

من المعلوم أن البيولوجي الذي يحتاج استناداً إلى قوانين العلوم الطبيعية يستعين في هذا الموقف الحرج بفرصة مردوحة . إنه يطلق من أنها تحصل دائماً في الخلايا عند انقسامها «طفرات» ، أي تغيرات طفيفة تطرأ بالصدفة على مخطط البناء المتوارث المحرر في نواة الخلية . وهو مضطر لأن يفترض فوق ذلك أن عدد الخلايا التي تحصل فيها مثل هذه الطفرات كبير بما يكفي لأن يتيح الامكانية لأن توحد بالصدفة المحضة ، بين هذه الطفرات الصدوقية ، أيضاً تلك الطفرة التي يحتاجها التطور ، أي متابعة استمرار الحياة ، في نفس اللحظة المطلوبة

إن مثل هذا التتابع من الصدوف الهادفة يضع مصداقيتنا على محك تجربة قاسية . يتوجب علينا إذن ان نعتقد أنه لدى انقسام الخلية وبالتالي الانقسام المترافق للمحموض النووية دن س (لأن كلا الخليتين الحديديتين يحتاج إلى نسخة من مخطط البناء والوظائف) تحصل بنسبة .خفضة من الحالات بعض «الأخطاء» الطفيفة . بحيث نجد فجأة بعد الانقسام في إحدى الخلايا النبات شيفرة ثلاثية أسسية في موقع خاطيء بأن تكون قد تبادلت مع شيفرة أخرى أو سقطت «سهواً» أو أية حالة أخرى ممكنة حتى هنا لا توجد مشاكل . لا بل أن العكس سيكون أكثر مبعثاً على العجب وسيكون مناقضاً

جميع التوقعات لونجحت عملية الانقسام النووي المعقدة ، وبالتالي تضاعف الحموض النووية دون س ، في جميع الحالات بلا استثناء بدون أي خطأ . غير ان ما يجب علينا أن نعتقد به هو أكثر من ذلك بكثير . إن ما يجب علينا الاعتقاد به ، إذا أردنا الوصول بسلام إلى صفة الأمان بدون «توجيه» فوق - طبيعي لإتجاه السفينة ، هو التالي : دون أي اعتبار لما سيحمله المستقبل يجب ان يوجد بين مخططات البناء المحورة كنتيجة لأخطاء حصلت بالصدفة ليس فقط نيتات ، أي مخططات غير مناسبة (بما لا شك فيه أن هذه الحالة تمثل العدد الأكبر من الطفرات الحاصلة) ، وإنما أيضاً مخططات «مناسبة» بالصدفة المحضة (والأ كيف أ) ، أي مخططات تؤدي إلى حل مشكلة شروط المحيط الحديدة التي لم تؤخذ بعين الاعتبار حتى الآن .

هل سيحف رما عبء المشكلة بواسطة الفترات الزمنية الهائلة التي حصلت فيها اللعبة ؟ سيكون مناسباً ومعيّداً أن نحاول عند هذه النقطة باحتصار ان نضع أمامنا السرعة التي حصلت فيها تلك الخطوات التي نتحدث عنها . لقد مر منذ الانفجار الكوني الأول حتى اليوم ، حسب الاعتقاد الذي توصلنا إليه في مطلع هذا الكتاب ، حوالي ١٣ مليار سنة . أكثر من نصف هذه المدة ، أي حوالي ٨ مليار سنة ، مصت حتى أدت تحركات الأحياء المختلفة من السجوم إلى تشكل العاصر التي يتكون منها عالمنا اليوم وحتى تشكلت أحياناً مجموعتنا الشمسية بما فيها الأرض .

قبل حوالي ٤,٥ مليار سنة كان تبرد القشرة الأرضية قد وصل إلى درجة تمكنت معها المحيطات ، الغلاف الجوي الأول من النشوء وبدأت فيها بالتالي العمليات التي سمينها مرحلة التطور الكيميائي . قبل حوالي ٣,٥ مليار سنة نشأت على الأرجح الخلايا العديمة النواة الأولى . أما تطور الكائنات الحية الأعلى المتعددة الخلايا فقد بدأ بعد ذلك بحوالي ٣ مليار سنة ، أي أنه قد بدأ قبل حوالي ٦٠٠ إلى ٧٠٠ مليون سنة من الوقت الحاضر .

جميع هذه الأرقام هي بالطبع أرقام عامة لكنها صحيحة على الأرجح بالمخطوط العريضة على الأقل . نحصل من ذلك على استنتاج غير متوقع وهو أن تطور حياة وحيدات الخلية قد استمر فترة يزيد طولها أربع إلى خمس مرات عن الفترة التي احتاجها التطور للوصول من متعددات الخلايا البدائية الأولى في المحيطات الكامرية إلى الرمائيات إلى ثنائيات الحرارة وحتى الإنسان .

لقد حجرت الطبيعة لتطوير عملية انقسام النواة المعقدة ما لا يقل عن مليار سنة . وتنطبق على الأرجح أرقام مماثلة على الانتقال من الخلايا العديمة النواة إلى الخلايا الأعلى المحتوية على نواة ، وعلى تطوير عملية التركيب الضوئي وعلى اكتساب القدرة على تنفس الاوكسجين . تبعاً لذلك - كنتيجة لطروف الحوار بين الحياة والمحيط التي كانت تعكس بعضها كصور المرأة - فإن الكوارث التي تحدثنا عنها في الصفحات السابقة كانت تجري بسرعة التصوير البطيء .

مليار سنة لإنحار انقسام النواة . ورمس طويل مماثل لإنحار عملية التركيب الضوئي بصورة جيدة وكاملة . ثم «فقط» ٦٠٠ إلى ٧٠٠ مليون سنة لقطع الطريق الطويل من متعددات الخلايا اللاعقارية الأولى إلى الإنسان . لا شك أن التضاد بارز للوضوح . سيغفلنا هذا التضاد مرة أخرى في الفصول

اللاحقة من هذا الكتاب لأن خلفه تختبئ الحقيقة ذات الأهمية الفائقة بالسعة للفرضية التي طرحناها في هذا الكتاب . غير أن ما يهمنا الآن هو فقط الإشارة الى أن التزايد البطيء لنسبة الاوكسجين في الهواء حتى وصولها الى تركيز ذي أهمية بيولوجية كان عملية احتاجت الى عدة مئات من ملايين السنين .

إن الوقت الذي كان موضوعاً تحت تصرف الحياة كي تتكيف مع تغيرات الوسط احديده كان إذن هائلاً . نستنتج من ذلك أن الفرص التي كانت متوفرة أمام عملية التطور لتركيب الخلية انتفسه الاولى لم تقتصر على العدد الكبير برقم فلكي لخلايا حقبة وحيدة من حقبات حياة الأرض وإنما شملت جميع الخلايا التي انقسمت خلال فترة رمنية امتدت مئات ملايين السنين . لذلك فإن عدد الطفرات التي كان من الممكن أن تنتج عنها بالصدفة المحضة الحالة «الصحيحة» أي الحالة الضرورية حتى لمواجهة الظروف القادمة ، يجب أن تكون تبعاً لذلك كبيرة ، كبيرة حقاً بدرجة لا نستطيع تجاهلها .

لكن هل تساعدنا هذه الرؤية على المتابعة ؟ إذا أردنا أن نكون صادقين تماماً يتوجب علينا الإجابة على هذا السؤال بالنفي . بالنسبة لمقدرتنا البشرية على التصور فإن السؤال ، حول ما إذا كان النظام أو حول ما إذا كانت الوظيفة البيولوجية المعقدة يمكن أن تحصل أو لا تحصل بالصدفة كنتيجة لطفرات غير موجهة تحصل اعتباطياً ، لا يعتبر مشكلة كمية وإنما مشكلة أساسية مبدئية . إن الإدعاء بأن هذا ممكناً يعتبر استفزازياً مهماً كان طويلاً نظرياً الزمن اللازم لحصول هذا الحدث .

الوحيدون ، الذين كانوا يعتقدون أن مثل هذا يمكن أن يحصل ، كانوا الى ما بل وقت قصير البيولوجيين ، الذين تخصصوا في قصايا التطور . لم يكن بإمكانهم التهرب من هذا السؤال ولم يكن بإمكانهم كنه أو إحقاؤه لأنه كان يواجههم يومياً في عملهم . كانوا يؤمنون بالصدفة ، أي نشوء مخططات بناء ووظائف بيولوجية جديدة أكثر تناساً مع الهدف وأكثر كمالاً كنتيجة لطفرات صدوق غير موجهة كانوا يعتقدون بذلك دون أن يتمكنوا ، إذا اتبعنا القسوة في الحكم ، من البرهنة عليه . كان يوحد عدد من المؤشرات التي يستطيعون التعلق بها لكن البراهين لم تكن متوفرة لديهم .

كانوا يؤمنون بهذه الامكانية فقط لأنه لا يوجد امكانية أخرى - إذا أرادوا أن يبقوا على الطريق السوي للمحاححة العلمية . لذلك كاد الأمر أن يبدو وكأن اعتقادهم لا يستحق من لتقدير أكثر مما يستحق اعتقاد نقادهم . الذين يصرون بنفس العناد على أن نشوء النظام والتكيف الهائل لا يمكن أن يحصل أبداً بمجرد احتمالات الصدفة ليانصيب الطفرات

لم نظراً حتى يومنا هذا تغيرات كبيرة على الحجاج المؤيدة والمعارضة التي تنتشر على الساحة وتجد كل منها من يتناها نظرياً على صوء السؤال الأساسي حول نشوء الحياة على الأرض . من ناحية النظرية يتيح كلا الموقفين لأنصاره امكانية عرض أفكارهم بنفس القدرة الاقناعية وبدون تناقضات منطقية . ضمن هذه الظروف كان حظاً كبيراً أن تمكن عالم البيولوجيا الامريكي الحائر على جائزة نوبل يوشوا ليدربرغ من إحراء تجربة حسمت هذه المسألة الهامة حسماً نهائياً .

لنحطه الاولى يبدو سوع من 'سحر' - يكون 'الإجابة على السؤال' ، حول ما إذا كانت الطفرات غير الموجهة يمكن أن تؤدي بالصدفة الى احازات وتكيمات بيولوجية مفيدة ، ممكنة تجريبياً . إن التجربة ليست ممكنة وحسب بل وسهلة لدرجة أن كل مدرس بيولوجيا متمكن يستطيع أن يجربها أمام تلاميذه . كان مطلوباً فقط أن يوحد شخص ما يتوصل الى الحاطرة الصحيحة حول كمية بحث هذه المشكلة . كان يوشوا ليدربرغ هو الشخص المطلوب الذي توصل الى هذه الحاطرة قبل حوالي ٣٠ عاماً



## ١٤. التطور في المخبر

إذا أراد أحد أن يدرس ظاهرة التطور تجريبياً يحتاج إلى عدد كبير جداً من المتعضيات الحية وإلى فترة من الزمن تمتد عدة أجيال . يجب أن يكون عدد الأحياء الداخلة في التجربة كبيراً جداً لأن النسبة المئوية للطفرات ، أي عدداً للحالات التي يحصل فيها خطأ عند تضاعف حموص د ن س خلال عملية الانقسام الخلوي ، منخفضة جداً . لو كان الأمر غير ذلك لما تمكن أي نوع من البقاء كما هو عبر لأجيال . (من الناحية الأخرى ، لو لم تكن هذه الأخطاء موجودة بناتناً لما حصل أي تغير في الأنواع وبالتالي لما كان التطور ممكناً)

أما استمرار التجربة عبر عدة أجيال فهو ضروري لأن الطفرات لا تحصل إلا عند التكاثر (انقسام الخلية) ولأن المقارنة بين جيلين على الأقل تلزم لمعرفة ما إذا كانت الطفرات قد حصلت ولمعرفة ماهيتها في حال حصولها . علاوة على ذلك يتوجب بعدئذ ، على ضوء حط السير اللاحق ، إعطاء الحكم عما إذا كان يوجد بين هذه الطفرات بعض منها يستحق أن يحصل على التقييم «هادف» . أما التقييم «هادف» فيعطى للطفرات التي أدت إلى شئ وطائف جديدة أو متغيرة لدى المتعضية تؤدي إلى أن هذه المتعضية أصبحت تتكيف مع المحيط بطريقة ما بصورة أفضل من رفيقاتها من نفس النوع التي لم تتعرض للطفرة .

نحتاج إذن إلى عدد كبير جداً من المتعضيات الحية من نفس النوع وإلى فترة زمنية للمراقبة تمتد عدة أجيال - يبدو للوهلة الأولى وكأن عملية التطور لا يمكن حتى مراقبتها من قبل باحث واحد فكيف بدراستها تجريبياً لكن الأمر ليس كذلك في الواقع لأن الشروط اللازمة للتجربة يمكن تحقيقها بسهولة . يجب أولاً اختيار كائنات حية صغيرة قدر الامكان كي يتمكن الباحث من مراقبة أعداد كبيرة منها في أصيص المكان . بالإضافة إلى ذلك يجب اختيار كائنات حية قصيرة العمر .



تحقق الكثرات كلا الشرطين بصورة مثالية . إذ أن هذه الكائنات المجهرية صغيرة لدرجة انه يمكن وضع ملايين كثيرة منها على الأرضية المعذبة لصفحة زجاجية واحدة (يبلغ قطر الصفائح الزجاجية المستخدمة في الحوث الكثرية حوالي ١٠ سم وهي دائرية الشكل تصب على أرضيتها مادة جيلاتينية تنمو فيها البكتيريا) . أما العمر الوسطى لمعظم أنواع البكتيريا فيبلغ حوالي ٢٠ دقيقة . أي كل ٢٠ دقيقة تنقسم كل حلية من ملايين الخلايا البكتيرية الموجودة على الصفحة الزجاجية الى خليتين متتين . بما أن حمار التحريس الحيوي (الوراثي) لدى جميع أشكال الحياة الأرضية ، أي لدى البكتيريا أيضاً ، يعمل على مصر المدأ ، لذلك تعتبر هذه الكائنات المجهرية مادة مثالية للبحوث التي يجريها علماء الجينيتيك ، أي البيولوجيون المتخصصون في دراسة عمليات الوراثة .

هذه هي الأسباب التي تجعلنا نجد في جميع أنحاء العالم الكثير من المعاهد العلمية التي تشغل حصراً في «الوراثة البكتيرية» . غير أن الطابع الاسبرانتي الموحد للشيفرة الوراثية يقدم للعالمين في هذه المعاهد الصهان بأن الاكتشافات التي يتوصلون اليها في تجاربهم مع هذه الكائنات البسيطة سيأ تنطبق أيضاً على جميع الكائنات الحية الأرضية الأخرى بما فيها الانسان . يوشوا ليدربيرغ أيضاً أخرى تجربته ، التي أصبحت واسعة الشهرة ، على البكتريات والتي كان ينبغي منها دراسة القواعد الأساسية لآلية التطور . كانت الظاهرة الخاصة التي اتخذها ليدربيرغ في تجربته لـ «نموذج للتطور» هي ما يسمى «المقاومة» أو «المناعة» .

حيماً نعرف أن الأطباء يجدون بالحاح من تناول المضادات الحيوية (ايتي بيوتيكاً) لدى كل إصابة بالرشح أو بالتهاب بسيط في اللعوم أو ما شابه . يعود السبب في ذلك الى أن الشخص الذي يفعل هذا يعرض نفسه لخطر أن يربي في جسمه كثرات لا تتأثر بالمضادات الحيوية أو كما يقول الأطباء تصح «قوة المقاومة» أو تكتسب «مناعة» تجاه المضادات الحيوية . إن هذا الكلام يعني عملياً أن من لا يتقيد بتعليمات الطبيب يخاطر في أن يصاب يوماً ما بالتهاب في الرئة لا تجدي معالجته بالمضادات الحيوية لأن الكثرات التي تسبب هذا الالتهاب تصبح بعدئذ عديمة التأثير بالبنسلين أو التيراميسين أو ما شابه من المضادات الحيوية الأخرى .

كما أن قيام شركات صناعة الأدوية بتطوير وإنتاج مضادات حيوية جديدة باستمرار هو أيضاً نتيجة لظاهرة المقاومة هذه . إن عدد فصائل البكتيريا التي لم تعد تتأثر بأي نوع من أنواع المضادات الحيوية المعروفة يتزايد باستمرار في جميع أنحاء الأرض . لهذا السبب يحتاج الأطباء ، إذا أرادوا في المستقبل النجاح في مكافحة الالتهابات التي تسببها هذه الفصائل البكتيرية المنيعه ، الى مضادات حيوية متجددة باستمرار أي مختلفة نوعياً عما قبلها . لذلك فإن مكافحة الالتهابات بالمضادات الحيوية من عائلة البنسلين تعتبر في نظر البيولوجي معركة ثنائية بين التقنية الطبية للإنسان ، الذي يريد القضاء على الكثرات «مدافع أنانية» ، وبين القدرة على التكيف لدى هذه الكائنات الدقيقة التي تريد ، شأنها شأن جميع المخلوقات الحية ، البقاء بأي ثمن .

كانت ظاهرة المناعة الكثرية حية أمل مرة بالنسبة للأطباء ، لأنهم عندما استخدموا خلال الحرب

العالمية الثانية الينسيلين ، الذي كان عالم الكتيريات الانكليري الكسندر فليمينغ قد اكتشفه في عام ١٩٢٨ ، كان النجاح مدهشاً لدرجة أن الأطباء اعتقدوا وكان الصر الهائي على مسببات الأمراض المجهرية ، الذي كانوا قد حلموا به طويلاً ، قد أصبح في متناول اليد . إنهم لم يعمكروا ، وهذا ما تتطلبه مهتهم ، إلا عصالح مرضاهم ولذلك غاب عنهم تماماً ، وهم معدورون في ذلك ، ما تعنيه «الإصانة بالمرض» ، عند النظر إليها من وجهة نظر بيولوجية وليس طبية .

بالنسبة للبكتيريا يعتبر الجسم الحي ، الذي تهاجمه وتتكاثر فيه ، الوسط الذي تكيفت معه والذي تحتاجه في وجودها . إنها لا «تريد» حقاً إلحاق أي ضرر به . عندما يموت مريض ما نتيجة لمرض حرنومي فإن هذا ، من وجهة النظر البيولوجية ، لن يكون كارثة بالنسبة للمريض وحده بل وأيضاً بالنسبة للجراثيم التي ستست هذا الموت لأنها هي أيضاً ستموت بموت الوسط الذي تعيش فيه .

عبر أن الأعراض المرضية هي في نفس الوقت الإشارة الواضحة الى أن الحياة تؤثر بشكل ما على الوسط المحيط بها وتعيره . وهذا يصح أيضاً عندما يكون الوسط نفسه كائناً حياً أيضاً . لذلك فإن تدخل الطبيب العلاحي ، إذا نظرنا الى الأمور من هذا المنظور ، ليس هو في الأساس سوى محاولة لتعريض حياة «سكان» الجسم الشرري الى الخطر أو الموت عن طريق التعير العجائي لشروط الوسط الذي كانت قد تكيفت معه .

عندما يعطي الطبيب إبرة بيسيلين لمريض يعاني من التهاب الرئة فإنه يحاول بذلك أن يخلق في «عالم» الكتيريات ، التي يريد مكافحتها ، وصعاً يشبه تماماً الوضع الذي تعرضت له الخلايا الحية البدئية عندما طهر الاوكسجين فحاة في الغلاف الجوي الأرضي وأصبح يشكل فيه جزءاً جديداً لم يكن محسوباً مسبقاً . لم تقرض الحياة الأرضية انداك لأنها - هذه هي الفرضية التي يضعها البيولوجيون - قد وجدت ، كنتيجة للصدفة السعيدة بواسطة طفرة متناسبة مع الشروط الحديدية ، خلية (أو بضع خلايا) كانت لديها «مناعة» تجاه الاوكسجين . إن الحقيقة ، بأن الفصائل البكتيرية الميعة الأولى قد ظهرت بعد فترة قصيرة من استعمال البيسيلين ، تبرهن على أن التطور لم يزل يحصل حتى اليوم .

هذه الطريقة بررت الامكانية الرائعة المتوفرة لدراسة عملية التطور وتحليل أليتها تفصيلاً . هل كان الأمر عند ظهور الكتيريات المنية يتعلق فعلاً بتعيرات تكيفية لتعضيات حية بواسطة الطفرات ؟ هل حصلت هذه الطفرات فعلاً بالصدفة المحضة أم كان يوجد ربما تأثيرات محيطية «موجهة» من نوع ما عملت على أن تتكيف الطفرات مع تعيرات المحيط بصورة هادفة ؟ وهل كان ربما تأثير الينسيلين نفسه هو الذي أدى الى هذه الطفرات الهادفة الموجهة ضد هذا المصاد الحيوي وبالتالي الى الغاء الصدفة من العالم بكل ما فيها من الخروج على اللياقة ؟

يجب أن تكون الأحوة على جميع هذه الأسئلة موجودة في ظاهرة المقاومة (الماعة) . لكن كيف كان بالامكان التوصل الى هذه الأحوة ؟ لقد حل ليدربيرع المشكلة بطريقة في منتهى الساطة صب مادة عدائية سائلة على صميحة راحية ، كالتي وصفناها أعلاه ، وتركها تتحمد متحذة شكل شريحة من الخيلتين . قام بعد ذلك بتطعيمها سوع واحد من البكتيريات ، مثلاً ستافيلوكوكس ، ثم وضعها في

حاصنة دافئة وتركها تتكاثر حتى ملأت الصفيحة ببقع صغيرة مرئية ، هي عبارة عن مستعمرات بكتيرية صغيرة . صمم الشروط التي وصفناها لتسع صفيحة واحدة الى حوالي ١٠٠٠٠٠٠ مستعمرة من مثل هذه المستعمرات النقطية الشكل

بعد هذه التحضيرات التقديمية بدأت التجربة الرئيسية . كان ليدربرغ قد حضر قطعة خشبية دائرية الشكل على شكل خاتم (ختم) ، يطابق سطحها تماماً سطح الصفيحة الزجاجية التي تعيش عليها البكتيريا ، وغطاها بعناية بمقاش من المخمل الناعم . قام الآن بضغط هذا الخاتم لفترة قصيرة على سطح الأرضية المغذية المليئة بالمستعمرات . عند النظر بعد ذلك الى هذا الخاتم بالعين المجردة لم يكن يشاهد أي شيء . لكن ليدربرغ كان يعلم أنه يجب أن تكون نتيجة لهذه الملاسة القصيرة قد علفت في خيوط المخمل على الأقل بضع بكتيريا قليلة من كل مستعمرة من المستعمرات الكثيرة الصغيرة . لذلك ضغط خاتمه فوراً مرة أخرى على أرضية مغذية لصفحة زجاجية ثانية مماثلة لم تكن تحتوي بكتيريا وإنما بينسيلين بتركيز ضعيف . قام بعد ذلك بوضع الصفيحة الثانية أيضاً في الحاضنة لكي يتبع الفرصة أمام البكتيريا المتقلبة اليها كي تتكاثر وتشكل ثانية مستعمرات صغيرة مرئية .

عندما أخرج هذا الباحث الأمريكي في اليوم التالي الصفيحة من الحاضنة ودققها تبين له أنه لم يتشكل على أرضيتها المغذية سوى أربع مستعمرات صغيرة في أربع مواقع مختلفة . أما كامل السطح الباقي من الأرضية المغذية فقد بقي نظيفاً خالياً من البكتيريا . لم تتمكن إيد من أصل حوالي ١٠٠٠٠٠٠ مستعمرة بكتيرية على الصفيحة الاولى سوى أربع مستعمرات من تثبيت أقدامه على الأرضية المغذية المحتوية على البينسيلين . يجب أن تكون هذه المستعمرات الأربعة قد نشأت عن أربع بكتيريا لم تتأثر بالمضاد الحيوي . بينما كانت البكتيريا ، التي نقلت بواسطة الخاتم المحمل الى الصفيحة الثانية والتي كانت تمثل (توب) ملايين كثيرة من البكتيريا الأخرى ، قد ماتت جميعها ، بدأت المستعمرات الأربعة الملية تتكاثر وتتكاثر على الأرضية المحتوية على البينسيلين حتى ملأت كامل «عالم» الصفيحة الثانية ، التي أصبحت لا تختلف في مظهرها بأي شيء عن الصفيحة الاولى . لكنها تختلف عنها فعلياً في أنها تحتوي الآن حصراً على بكتيريا تتحمل البينسيلين .

كيف تمكنت البكتيريا الأربعة المنقولة من اكتساب القدرة على العيش في الوسط المليء بالمضاد الحيوي ؟ كان ليدربرغ قد حضر تجربته منذ البداية بشكل يتيح له متابعة البحث عن جواب لهذا السؤال الحاسم . إنه لم يقيم عشاً باستخدام الخاتم للقيام بعملية التطعيم . بهذه الطريقة من التطعيم انتقلت جميع مستعمرات الصفيحة الاولى بنفس توزيعها المكاني الى الصفيحة الثانية . بكلية أخرى : كان الآن بإمكان ليدربرغ أن يعرف بالضبط من أية مستعمرات ، من بين المائة ألف مستعمرة الموجودة على الصفيحة الاولى ، جاءت البكتيريا الأربعة المنقولة .

هذا التدقيق اللاحق للتوزيع مكّن التجربة من الوصول الى نهايتها الحاسمة . قام ليدربرغ الآن بتحضير عدد كبير من الصفائح الزجاجية المجهزة بأرضية مغذية محتوية على البينسيلين ويد على كل منها بررع عينة واحدة مأخوذة من إحدى المستعمرات الصغيرة الكثيرة الموجودة على الصفيحة لأصلية الحالية

من السموم . جاءت النتيجة مطابقة تماماً لتوقعاته ولتوقعات جميع اولئك البيولوجيين الذين كانوا دائماً مقتنعين بالطاع الصدفوي للطفرات . رغم كل محاولات ليدريغ المتكررة لجعل بكتيريا ستافيلو كوكن المأخوذة من الصفيحة الاولى الأصلية تنمو على الأرضية المحتوية على البنسيلين فلم ينجح في تحقيق ذلك لدى أي عينة من العينات التي زرعتها . لم تشكل ولا في حالة واحدة على الأرضية السامة بالنسبة لبكتيريا ستافيلو كوكن المستعمرات الصغيرة التي عهدناها - مع أربع استثناءات هامة : كانت عملية الزرع تنجح دائماً ، وحسراً ، عندما يأخذ العينات من البقع الصغيرة الأربع ، التي كانت بكتيرياتها منبوعة منذ البدء وتنحمل بالتالي الأرضية السامة .

لا يتيح تحليل هذه النتيجة سوى استنتاج واحد . يجب أن تكون قد وجدت قبل بدء التجربة في المواقع الأربع المعنية من الصفيحة الزجاجية الأصلية بكتيريات منبوعة . أي بكتيريات كانت لديها مناعة ضد المضاد الحيوي بنسيلين قبل أن تلتقي معه لأول مرة . يجب أن تكون ، تبعاً لذلك ، قد اكتسبت هذه القدرة مسبقاً بواسطة طفرة «صائبة» حصلت بالصدفة . لقد برهنت التجربة على أن الاحتكاك بالدواء ليس هو السبب الذي أدى الى الطفرة المناسبة بأن اشارت الى أنه لم يكن ممكناً جعل ولا بكتيريا واحدة من بين الملايين الكثيرة من البكتيريات الأخرى ، التي لم تكن مغطاة قبل الزرع من النمو في الوسط البنسيليني السام .

تكمن الخاصية الأهم لهذه التجربة في أنها تنجح دائماً مهما كررت مع بكتيريات جديدة . دون أي اعتبار للمضاد الحيوي المستخدم كانت تشكل على الأرض السامة في كل حالة مستعمرات تنطلق من بكتيريات منفردة قليلة تبين أنها قد تكيفت بالصدفة مع الوسط الجديد عن طريق طفرات سابقة حصلت قبل الاحتكاك مع هذا الوسط .

لا يستطيع استخلاص المدلولات الكاملة لهذه التجربة إلا بعد أن نعلم كم هي معقدة الانجازات التي تقوم عليها المناعة . إن البنسيلين والتيتراسكلين وغيرها من المصادات الحيوية الكثيرة الموجودة اليوم هي سموم شديدة الفعالية النوعية . تعني كلمة «نوعية» هنا أنها لا تهاجم سوى روابط كيميائية محددة تماماً أو أنها تغلق الطريق أمام خطوات كيميائية معينة للتمثل العضوي . لولا هذا التخصص النوعي في التأثير لما كان ممكناً استخدام أي مضاد حيوي كعلاج دوائي . لولا لتضررت خلايا الجسم البشري أيضاً . تقوم صلاحيتها للاستخدام العلاجي على أنها تشل وظائف التمثيل العضوي أو تعكك كيميائياً أجزاء من جدار الخلية التي (أي الأجزاء) لا توجد إلا في خلايا البكتيريا . نستنتج من ذلك أن الخلية البكتيرية لا تتمكن من حماية نفسها ضد التأثيرات الهدامة للمضادات الحيوية إلا بإجراء تعديلات معقدة على وظائف تمثيلها العضوي . بعض منها يتمكن - بواسطة طفرات تحصل بالصدفة ! - من إنتاج الانزيمات التي تفكك المضادات الحيوية التي تهددها . تنشأ هنا إذن بواسطة «يا نصيب الطفرات» أسلحة دفاعية كيميائية هادقة التأثير وشديدة التعقيد .



## ١٥. عقل بدون دماغ

حتى عندما نتعرف على تجربة ليدر بيرغ ونستوعب نتائجها تبقى أمامنا صعوبات كبيرة في أن نتصور كيف يمكن أن نشأ بالتفصيل مثل هذه القدرات . من ناحية أخرى تبرهن التجربة بوضوح أنه من الممكن نشوء النظام والتكيف الهادف واكتساب وظائف حياتية جديدة متفوقة بواسطة الطفرات غير الموجهة . إنها ليست المرة الأولى ، كما نذكر ، التي نصطر فيها إلى الإقرار بأنه يوجد في هذا العالم وفي الطبيعة الأرضية التي نعرفها عدد كبير من الطواهر التي تقع خارج قدرتنا على التصور وعلى الفهم على الرغم من أن وجودها محقق لا لبس فيه . سواء تعلق الأمر بحدود الكون ، التي انطلقنا منها في هذا الكتاب ، أو بطاهرة نعيش معها يومياً وهي أن اتحاد غازين يؤدي إلى نشوء سائل اسمه الماء ، أو بدور الطفرات في تطور الكائنات الحية ، كنا دائماً نتوصل إلى الاقتناع بأن عدم القدرة على التصور أو الاستيعاب هما حجج رديئة عندما يتعلق الأمر بتفسير الكون . إن قدرتنا على التصور قد تشكلت ، خلال مسيرة تطور الإنسان عبر أحقاب حيولوجية طويلة متأثر هذا التطور ذاته ، على سلوك غائي يسعى نحو المهدف بالحاج لدرجة أنه يجب البحث في نهاية المطاف عن أسباب عدم القدرة هذا في بنيتنا النفسية

تحررنا تجربة ليدر بيرغ بلا أي لبس عن حقيقة من حقائق الطبيعة يتوجب علينا قبولها سواء استوعبناها واقتنعنا بها أم لا . يوجد أيضاً منذ زمن طويل مشاهدات كلاسيكية تقدم أمثلة أبسط وأوضح تشير إلى أن نفس القواعد التي وجدناها لدى البكتيريا تنطبق أيضاً على تطور الأشكال الحياتية الأخرى بما فيها العليا منها

المثال الذي أصبح ذا شهرة واسعة هو حكاية فراشة الحور في مناطق الصناعة الانكليزية . منذ قديم الزمان كان اللون الأساسي لخناحي هذه الفراشة أبيض فضياً عليه خطوط ناعمة بميل لونها إلى الرصاصي الأخضر . أي أن الأجنحة تبدو وكأنها قطعة صغيرة من قشرة شجرة الحور . إن هذه الفراشة

تحمي نفسها من اعدائها من العصافير بطريقة ، إننا مضطرون إلى القول «هادفة» ، بأن تعيش ، كما يشير اسمها على شجر الحور بحيث لا يمكن تمييزها عن القشور بسبب تماثل اللون . نستطيع أن نقول ، بكلمات أخرى ، أن فراشة الحور غموة نفسها بأن «تقلد» مظهر قشور الحور بدقة هائلة تجعل من الصعب على اعدائها اكتشافها .

لكن ما هو المعنى الذي يمكن أن تعنيه كلمة «تقلد» في هذا المجال ؟ من المؤكد أنه ليس لدى الفراشة أي تصور عن المظهر التي هي عليه . كما أن مستوى التطور لدماغها الصغير ينفي إمكانية أن يكون هذا الحيوان يعرف شيئاً عن سلوك العصافير في الصيد أو عن فوائد التمويه بواسطة الألوان . ولكن حتى لو حصلت هذه الفراشة حدلاً على هذه المعلومات - التي لا يمكنها الحصول عليها أداً - فإنها لن تفيدنا بأي شيء . إذ حتى لو عرفت كل ما يلزمها من معلومات فإنها لن تستطيع الاستفادة منها تطبيقاً بأن تعبر مثلاً مظهرها الخارجي كما نشاء .

رغم ذلك اكتسب هذا النوع من الفراشات عبر مئات آلاف السنين مظهراً مسجماً مع الهدف إلى درجة أن تكون أكبر لو ملك الوعي وقام بعملية التمويه بطريقة واعية ومدرسة .

كيف أصبح هذا الأمر ممكناً ، يدعي الداروينيون ، أي البيولوجيون الذين يعمدون أسباب عملية لتطور إلى اللعبة المتبدلة بين ما يقدمه المحيط من طفرات وما يرضه من اصطفاء ، أن هذه العوامل هي التي أدت أيضاً في حالة الفراشة إلى نشوء التلوّن المموه . لقد قدم لهم الطرف السعيد عبر هذه الحالة الفرصة لأن يقدموا الرهان المباشر على ما يدعونه .

خلال حياة الدارويني الأول (داروين نفسه) ، أي في النصف الثاني من القرن الماضي ، حصل تغير جذري في المحيط الذي تعيش فيه فراشة الحور قلب عملية تمويهها الهادف ، دفعة واحدة ، إلى النقيض تماماً . حصل هذا في بداية عصر التصنيع . بالنسبة لفراشة الحور كانت نتائج تدخل الانسان في المحيط الطبيعي مدمرة . اذ بدأت في المناطق الصناعية جميع أشجار الحور تتلون بلون أسود يزداد سواده كل يوم بسبب الكميات الكبيرة من هاب الفحم المتطاير من مداخن المعامل .

لا شك أننا نستطيع ان نتوقع نتائج هذا التغير بالنسبة لفراشتنا . لقد توقف فجأة الرمن الذي كانت تستفيد فيه من تلوّنها المموه : لا بل أن لون احنحتها الفاتح طهر مصيئاً على جذوع الأشجار المتسحة وأصبح يشكل هدفاً بارزاً للطيور الجائعة . لقد بدا آنذاك وكأن انقراض هذا النوع المنحوس من الفراشات قد أصبح مسألة وقت وحسب . إنها صحيحة لتعبر طراً على المحيط لم تكن متكيفة معه بما فيه الكفاية ، الأمر الذي حصل لكثير من الأنواع الحياتية الأخرى خلال تاريخ التطور .

لكن في هذه الحالة سارت الأمور بشكل مختلف . بدأت هذه الفراشات ، التي أصبح اصطفاؤها سهلاً والتي راح عددها في البدء يتناقص يوماً بعد يوم ، تتلون ، ببطء وبصورة غير ملحوظة في البداية ، بلون غامق حتى اصبحت بعد وقت قصير يثير الدهشة ، خلال عقود قليلة من السنين ، تشبه تماماً جذوع الأشجار التي ما زالت تعيش عليها . لقد اصبحت الآن تميل إلى السواد وبذلك حمت نفسها أمام مطارديها

من جديد . لهذا السبب بدأ عددها يتزايد حتى عاد بعد فترة إلى ما كان عليه قبل حصول التغير . بذلك تحقق التوازن مرة ثانية .

لقد حصلت هنا أمام أعين الباحثين قطعة من التطور . إن هذا الرد الذكي ، وفي كل الأحوال الهادف ، الذي قامت به هذه الفراشات تجاه التغير الخطير الذي طرأ على محيطها ، تبين لدى تدقيقه على أنه ، كما يدعي الداروينيون ، نتيجة لآليتي الطفرة والاصطفاء .

أكدت لاحقاً المجموعات التي يمتلكها هواة جمع الفراشات أنه كان يوجد في هذه المنطقة منذ القدم نسبة صغيرة من فراشات الحور بلون غامق . كان عددها يتأرجح زيادة ونقصاناً لكنه لم يتجاوز في أي من الأوقات واحد بالمائة من مجموع جميع الفراشات . أي أنه كان ، على أي حال ، يوجد بعض منها دائماً وباستمرار . إن «يانصيب الطفرات» ، الذي كان ينتج كيميائياً وبالصدفة شيئاً فشيئاً جميع الأنواع الممكنة ، أدى أيضاً إلى نشوء هذا «النوع الداكن» من فراشات الحور كحالة خاصة استمرت عبر الأجيال بالتوارث . هنا في هذا المثال يظهر بوضوح الطابع الصدفي اللاموجه للأشكال الناشئة بالطفرة التي عاشت آلاف السنين بما في ذلك خلال الأحقاب التي كان يدو فيها أن شكلها الغامق لا فائدة له على الإطلاق لا الآن ولا في المستقبل .

لم تستطع تبعاً لذلك ، كما تبرهن ندرتها في مجموعات الهواة القديمة ، أن تتزايد أو تنتشر على نطاق واسع في أي وقت من الأوقات . لكن هذا الوضع تغير في اللحظة ، التي اختلت فيها علاقة التكيف المثالي بين فراشات الحور ومحيطها بسبب عامل طارئ خارجي هو تلوث جذوع أشجار الحور باللون الأسود بسبب الصناعة مما أدى إلى اختلال التوازن . في هذه اللحظة تعرضت الفراشات إلى الانقراض . كانت ستقرض فعلاً لولا أن الطفرات كانت خلال الأزمان الماضية قد قدمت كثيراً من النماذج المختلفة التي جربت حفظها جميعها وكان من بينها هذا النموذج الغامق الذي كان عديم الجدوى حتى الآن . إن نوعاً ما من أنواع الكائنات الحية لا يتكيف مع الوسط بأن يكتسب خلال حياته خصائص تناسب معه ، وإنما تعطي عمليات التطفر هذا النوع قبلياً تلك الخاصة التي تمنحه الفرصة لأن يتكيف مع محيطه . من المؤكد أن هذا لا يحصل دائماً وفي كل حالة منفردة في الوقت المناسب . عندئذ يتقرض النوع . أما فراشات الحور فقد كانت محظوظة إذ تمكن نوعها من التكيف . من البدوي أن ما من فراشة واحدة على الإطلاق غيرت لونها أو مظهرها . وكيف كان سيحصل هذا التغير؟ إن ما حصل حقاً هو ما يسميه علماء التطور «الاصطفاء» ، أي تلك العملية الانتقائية التي تحصل بسبب المحيط بين النماذج المختلفة التي قدمها التطفر . بتعبير أوضح : لم تعد الطيور الآن تلتهم ذاك النموذج الأسود الذي كان في الماضي يبرز على الخدود البيضاء حتى أصبح وجوده نادراً . لقد أصبحت الآن فجأة تلك الفراشات «العادية» الفاتحة هي المهددة ، أما الداكنة فقد أصبحت محمية .

بقية القصة ذكرتها سابقاً . لقد بدأت الفراشات الداكنة تتمتع الآن فحاة بحماية التكيف الهادف وراحت تتكاثر نتيجة لذلك حتى أصبحت اليوم ، بعد مائة سنة ، تشكل النموذج السائد في منطقة الصناعة الانكليزية حيث أجريت هذه الدراسات . قد أكون في غنى عن القول أنه لم يزل يوجد اليوم بين



العدد الكبير من الفراشات الداكنة بعض الأعداد النادرة من النماذج الفاتحة التي تبدو «لا جدوى لها» ولا تستطيع التكاثر لأنها ليست «متكيفة بصورة هادفة» .

على هذه البساطة هي الوسائل التي تستخدمها الطبيعة لتجعل نوعاً من الأنواع «يتصرف» بطريقة تستحق فعلاً أن نعتبرها ذكية .

عد هذه النقطة سيتمنع على الأرجح معظم الناس عن استخدام صفة «ذكية» لماذا؟ يعود السبب بالطبع إلى أننا في لغتنا اليومية لا نتحدث عن «الذكاء» إلا عندما نريد أن نعر عن تصرف انساني غلط وعسوب مسبقاً . لذلك واطلاقاً من هذا الاعتقاد اليومي لا يمكن بالنسبة لنا أن يوجد الذكاء والخيال إلا في حال وجود الدماغ المتطور بما فيه الكفاية للقيام بالأعمال التي نعيها بهاتين الكلمتين . لكن مهما بدا هذا الحكم بديهاً يتوجب علينا أن ننظر إليه عند هذه النقطة نظرة فاحصة ناقدة .

ألم نكتشف مرة تلو المرة ، منذ اللحظة التي قررنا فيها التحرر من النظرة اليومية المعتادة ، أن العادة هي دليل رديء عندما نحاول تكوين صورة صحيحة عن العالم وعن موقعنا فيه ؟ هل سيكون محقن إذا سحبنا اعترافنا برؤ أو بتصرف تجاه شروط المحيط المتغيرة ، يبدو أن لنا هادفين وبالتالي ذكيين ، في اللحظة التي يتبين لنا فيها انهما لم يصدرا عن دماغ ؟ مهما كانت هذه الفكرة غير اعتيادية فإنني لم أعد أشك أن النظرة الموضوعية إلى تاريخ الطبيعة بدون أحكام مسبقة ترغما اليوم على الاعتراف انه يوجد عقل بدون دماغ .

أيضاً لدى الفراشة الهندية يعود الفضل في قدرتها المذهلة على التموه ، الذي تجتار بواسطته مرحلة التشترق ، إلى تضافر التأثير البسيط ظاهرياً لأليني التطفر والاصطفاء . لقد وصفت في مدخل هذا الكتاب كم هي متقة ومدهشة الخدع التي تضلل بواسطتها هذه الحشرة اعدادها . إن من يدقق سلسلة التصرفات التي تصبح في نهايتها البرقة ، التي لا حول لها ولا قوة المختبئة في ورقة يابسة بين عدد آخر من الورقات الماثلة ، «مختفية» بالنسبة لاعدائها ، يجد نفسه مضطراً إلى استخدام تعابير لا تطلقها عادة إلا على السلوك الذكي .

لا يوجد أي مهرب من الإقرار بأن الفراشة الهندية ، بما تقوم به من تحضيرات معقدة هادفة لتحقيق التموه الجيد ، تتخذ مسبقاً احتياطات ضد الأخطار التي تقع في المستقبل . هي ذاتها لن تستفيد أي شيء من الجهود الكبيرة التي تبذلها . بل إن الاجراءات الوقائية التي تتخذها ستحمي البرقة التي ستحول إليها . أي أن ما تقوم به الفراشة ليس ردأ على الوصف الملموس الذي تتواجد فيه وإنما على حاجة ستفرضها الظروف التي تقع في المستقبل . إنه بالمعنى الموضوعي لكلمة «رؤية مسبقة» لأمر مستقبلية . ما من أحد يستطيع ان ينكر انه يوجد كثير من الامكانيات للتموه ضد الرؤية وأن طريقة استخدام الهياكل الخلفية في التموه هي طريقة على درجة عالية من التقدم . هنا لم يعد مجرد مفهوم «التناسب مع الهدف» يكفي لوصف وتفسير الظاهرة ، إذ أن ما يحصل هنا هو أكثر مما هو ضروري . يتم هنا من بين جميع الامكانيات المتوفرة للتموه - التلون بلون مناسب ، اختيار محيط مناسب ، الاختباء البسيط ، أو التغطية بمواد موجودة في المحيط والخ . . . - إختيار إمكان محدد تُرفع درجة فعاليته بواسطة التكنيك المتبع

في تشكيل الهياكل الخلوية إلى درجة عالية من الكمال . هل لدينا أي خيار آخر سوى أن نعتبر مثل هذا التصرف ناتجاً عن «خيال خصب» «غني بالخواطر» .

من المؤكد أحياناً أن ما تقوم به هذه الفراشة يؤدي لدى نوع آخر من الكائنات الحية إلى تصرف محدد تماماً بحكم عليه من وجهة نظر الفراشة على أنه مرغوب أو هادف . يتوجب علينا أن نذكر هنا أن تصرف الفراشة لن يكون أفضل لو فهمت شيئاً عن علم نفس الطيور . إن تحضيرات المخ النفسي المناسب لاتقاء شر الأعداء المحتملين عن طريق تحقيق خيالات أمل متتالية لديهم تستحق لـ كل الأحوال بدون شك التقدير «عنية بالخواطر» .

القدرة على الرؤية المسبقة ، الخيال الخصب ، والعنى بالخواطر - هل لنا الحق بحجب صفة الدكاء عن السلوك الذي يحقق هذه الشروط ؟ هل يتوجب علينا أن نمتنع هنا عن استخدام هذه الصفة لأننا لم نتمكن من اكتشاف دماغ يحتوي هذا الدكاء ؟ لم يعد لدي أي مجال للشك في أننا سنسقط مرة أخرى في وهم حنون التمركز العرقي الشرقي إذا ما توصلنا إلى هذا الاستنتاج

كم هي مشوهة الطريقة التي نحكم فيها غالباً على وضعنا بدون أي تفكير . السانتصرف وكأن تلك المليارات من السنين من تاريخ الكون لم يكن لها سوى عرض واحد وحيد هو انجابنا نحن والحاصر الذي نعيشه ؟ وكأن تاريخ الأرض ، نشوء الحياة وتطورها خلال ما لا يقل عن 3 مليارات سنة ، وكأن كامل هذه المسيرة الطويلة الهائلة قد وحدثت حاتمها وهدفها فينا نحن البشر . ألن نكون أكثر واقعية لو افترضنا أن التاريخ ، الذي نحاول عرضه بحطوطه العريضة على الأقل في هذا الكتاب ، لن يتوقف بالتحديد وبالوسط اليوم في العصر الذي نعيش فيه ؟ إنه سيتابع مسيرته في المستقبل باتجاه هدف لاندري عنه أي شيء الآن .

علينا أن نستخدم الدكاء ، الذي حصلنا عليه بدون أية جهود من جانبنا ، للخروج من المستنقع الذي وصعقتنا فيه عاداتنا اليومية في الاختيار والتفكير . إن وجودنا الحاصر ليس سوى لقطة لحظية مأخوذة كيميئاً من مسيرة حركة تاريخية للطبيعة تتجاوز جميع المقاييس البشرية والأرضية . ما من أحد يستطيع أن يقول لنا لماذا نعيش اليوم بالوسط وليس قبل آلاف السنين أو بعد وقت طويل في المستقبل البعيد

عندما نذكر ثمنات الآلاف من السنين من عمر الإنسان الباكر (الأول) ، الذي لم يكن قد امتلك الوعي بعد ، أي بالحالة النفسية للإنسان الذي لا يسعد تاريخياً عما كثيراً ، يتوجب علينا الشكر والامتنان . يتوجب علينا الشكر لأننا نتمكن من أن نعيش ، على الأقل ، بداية بروح الحقبة الجديدة للوعي الإنساني ، التي تتميز في أن الإنسان قد اكتشف فيها لأول مرة ذاته كنتاج لتطور طبيعي يمتد حتى الانعجار الكروي الأول الذي بدأ به وجود عالمنا .

إن أهمية هذه المعرفة هي أكثر مما يعتقد معظم الناس . يمكننا اعتبار هذه الخطوة الأخيرة من الوعي الإنساني على أنها اكتشاف للواقع الثالث

المرحلة الأولى من الواقع هي عالم الاحتمال السادح غير المدرك . إنه المحيط الذي نكون فيه مهكين أو شيطيين ، حائمين أو شعاعيين ، المحيط الذي يحفرنا أو يثبت فينا الخوف . إنه العالم الذي نسطر فيه إلى

وجودنا كظاهرة بديهية ، العالم الذي نسب فيه كل شيء إلى ذاتنا ، ننظر إلى جميع الأشياء من منظارتنا ، أي العالم الذي يشكل فيه وهم التمرکز لدينا مقدمة أساسية لقائنا . إنه ماحتصار العالم الذي تعيش فيه جميع الحيوانات وحتى يوما هذا الأطفال .

أما المرحلة الثانية التي تطور اليها الوعي البشري فقد كشفت عالماً موضوعياً بدأ من يملك هذا الوعي يستقل عنه بصورة واعية ، أي أصبح قادراً على توجيهه بعقله وبالوسائل التقنية التي اخترعها . في هذا العالم لا يوجد أحاسيس وأفعال انعكاسية وحسب ، بل يوجد فوق ذلك معرفة ومسؤولية ، يوجد آمال وتصورات مستقبلية . تشمل هذه المرحلة الثانية من الواقع كل ما فعلناه في هذا العالم ، من الشواهد الفنية والثقافية وحتى كل ما نطلق عليه اليوم تسميات المدنية والحضارة .

أمام خلفية هاتين المرحلتين من مراحل التطور تقوم الحقيقة التي توصلنا إليها مؤخراً حول سب وجودنا ذاته . . (يجب ان نتذكر أن عمر هذه المعرفة لا يزيد عن مائة عام) . إن الاكتشاف بأسا ، في كل الأحوال هنا على الأرض ، المحصلة الأكثر تطوراً والأكثر تعقيداً الناتجة عن تاريخ متواصل طويل استمر ١٣ مليار سنة ؛ هذه المعرفة فتحت اعيننا على بعد حديد ثالث للواقع .

لقد توصلنا إلى المعرفة بأننا لم نوضع ، كما كنا نعتقد ، سساسة في هذا العالم ليكون في خدمتنا كساحة للتصرف (للاحتبار ، أو «لتحقيق الدات» ، أو لصنع «التاريخ» أو ماشابه من الأقوال التي سمعناها هناك) . إننا جزء من هذا العالم ، كنا ولم نزل ننسب اليه ، نخضع لقوانينه وبطوري تحت لواء التطور الذي لا نعرف عنه سوى القليل وليس لنا أدنى تأثير عليه والذي سيتابع مسيرته غير مال سا . إن العالم وكذلك الأرض لم ينشأ لكي يمحلائنا . إن عالمنا اليومي المعتاد ليس النهاية ولا الهدف وبالتالي أيضا ليس العليل للتاريخ الذي اكتشفناه قل رص قصير

إننا ، شعير احمر ، بالسسة لإنسان الغد لسنا سوى إنسان يبادرنال بالسسة لنا ؛ إننا يبادرنالاليو العد . لقد نشأنا كي يتمكن المستقبل من الشوء من هذا المنظار ليس بديياً ان يكون لوجودنا ، كما هو عليه الآن في هذه اللحظة من تاريخ التطور ، أية غاية أو أي معنى على الإطلاق . عندما توصل لأول مرة إلى هذه الأفكار فاننا سنفكر حتماً شيء من السوداوية في إمكانية أنه قد وجدت في تاريخنا الماضي أحقاب طويلة كان وعينا فيها قد تطور إلى درجة أصبح يعرف معها الخوف واليأس والموت لكنه لم يلع الدرحة التي تمكه من إيجاد الاحوة الضرورية التي تقدم له على الأقل بعض العراء

من يعلم كم من محوفا الحاليه ومن الكوايس التي تلاحقنا موروب من هذه الحقبة الانتقالية التي مررنا بها بالضرورة . اننا اليوم في موقع أفضل ، لأننا ، بدون أن نعلم السب ، نقف في موقع متأخر أكثر تطوراً من مواقع التاريخ الكثيرة الأخرى عبر أسا نكتشف في نفس الوقت الطابع العابر ، الطبيعة الانتقالية للمرحلة التي نعيش فيها ومكتشف بالتالي بداهة حالتنا ذاتنا .

ليس لدينا بالطبع تصور عن الامكانات الحسديه وفل كل شيء العقلية التي يمكن أن يتطور اليها حسنا الشري . إن طبيعة الاشياء تقتضي بأن لا نستطيع أن نعرف شكل وقدرة الوعي المستقبلي الذي سيكون متفوقاً على وعينا أكثر من تفوق وعينا على وعي انسان نياندرتال . لكن ما اكتشفناه هو الحقيقة بأن

هذا الواقع الآخر الأعلى سيوجد في المستقبل فعلاً لأن مرحلة وعيا الحالي ليست سوى نقطة عبور لمرحلة أو لمراحل خلفها التطور وراءه .

لا يمكن ان تبقى هذه الرؤية بدون تأثير على حكمنا على وضعنا وعلى ما نسميه الحاضر أي على عالمنا مجمله . فور ما ندرك الطابع الانتقالي ، أي الطبيعة التاريخية لكل ما يكون عالمنا اليومي لا نستطيع ان نفعل عن أن مهمة جديدة قد وضعت على عاتقنا تتجاوز في أهميتها جميع الواجبات الاخلاقية والإنسانية والأهداف التي نستقها من وضعنا التاريخي الحاضر . مهمة لا تتجاوز جميع هذه الواجبات والأهداف ، التي تصعب علينا المثابرة على متابعتها ، وإنما تحتونها .

إن مهمتنا هي أن نعمل على أن لا ينقطع هذا التطور في عصرنا بأفعال نتحمل وحدنا وزرها . إن واجبا الأول ، الذي يتقدم على جميع الواجبات والأهداف الأخرى ، هو ان نتيج للمستقبل فرصة الحصول . صحيح ان تطور العالم يحصل ضمن مقاييس كونية وسوف لن يتوقف إذا ما خرجت منه الشرية في يوم من الأيام . لكن ما من أحد سوانا يمتلك أوراق القرار حول ما إذا كان صوتنا سيكون مسموعاً إذا ما تجاوز التطور في المستقبل المرحلة الحالية من الانعزال الكوكبي .

سنعود في نهاية هذا الكتاب مرة أخرى إلى ما يمييه هذا الكلام بالتفصيل لأننا لم نزل نقصنا بعض المقدمات الجوهرية لكي يتمكن من القيام بذلك . قبل ان نصبح قادرين على محاولة رسم المسار الذي يكر أن يتخذ التطور في المستقبل يتوجب علينا استكمال كثير من التفاصيل حول الجزء الذي انقضى من التاريخ لا نستطيع ان نكون تصورات معللة أو تخمينات معقولة حول مستقبل تاريخ الطبيعة إلا حصراً بعد ان نتصح لنا القوانين واليول التي وجهت هذا التاريخ في العصور الماضية منه .

بقدر ما يبدو لنا الرأي ، بأن لعالمنا الحاضر قيمة بحد ذاته ، مشكوكاً فيه لحظة ندرك عصرنا كلقطة لحظية كيفية صدغوبة من تطور شامل بمقاييس كونية ، بقدر ما هو على الأرجح خاطيء الرأي السائد حتى الآن كمقولة بدئية بأن الذكاء والخيال لم يدخلا هذا العالم إلا مع الإنسان . أي شعور بالعظمة ، بفوق حتى سذاجة تمرکزنا الانتروبولوجي ، يكمن خلف البداة الجاهلة ، التي نبي عليها تصورنا بأن الكون وتاريخ الطبيعة وتطور الحياة على الأرض قد ظلت ثلاثة عشر مليار سنة بدون عقل وبدون خيال خلاق وبدون ذكاء فقط لأننا نحن لم نكن موجودين ؟

من البديهي أن هذه الانجازات لم تكن موحودة قبل ظهور الإنسان ، أو لم تكن متمركزة في أدمغة فردية أو لم تكن تمثل قدرات معقدة لكائنات حية موهوبة واعية . (في كل الأحوال ليس على كوكبنا) . لكننا يجب ان بقي أنفسنا من خطأ الانطلاق بساطة من انها لا يمكن أن تتحقق إلا بهذا الشكل حصراً . لم يزل ، عند هذه النقطة من تسلسل الأفكار الذي نطرحه ، مكرراً الحديث عن أن دماغاً ليس هو ، كما نفترض دائماً بدون مناقشة ، عضواً حقق هذه الانجازات الفيزيائية هكذا دفعة واحدة من العدم . كلها تعمفنا في تاريخ الطبيعة انتصح لنا بجلاء أكبر أن عقلاً لم يهبط من السماء أيضاً . إن هذه المقولة تصح بالمعنى المزدوج للكلمة : إن عقلاً أيضاً هو من هذا العالم ونتيجة لتاريخه كما أحاول هنا أن أبرهن عبر أن هذا الجزء من التاريخ بصورة خاصة لم يزل اليوم ، وليس هناك ما يشير العجب ، مليئاً

بالشغرات لكنه يوجد على أي حال بعض المؤشرات التي تؤيد الفكرة المعقولة بحد ذاتها من أن هذا العقل لم ينشأ في نقطة ما من التطور بين لحظة وأخرى وإنما هو ، شأنه شأن الوظائف الأخرى ، محصلة لتطور بطيء . تحقق خطوة خطوة عبر أحقاب طويلة من الزمن .

إن دماغنا ليس هو ، على الأرجح العضو الذي نقصد : أي ليس هو العضو الذي تقوم وظائفه الأساسية على «إنتاج» وتحقيق انجازات «نفسية» كالذكاء والخيال والذاكرة . الشيء القليل الذي نعرفه اليوم عن التطور الذي أدى إلى نشوء أدمغتنا يدفع إلى الظن بأن الأدمغة (لدى الحيوانات أيضاً) هي أعضاء تجمع «توحد» ، «تشكل كلاً متكاملًا» الانجازات ، التي ذكرناها ، لدى الكائن الحي المنفرد واضعة إياها تحت تصرفه الفردي . هذه وجهة نظر ، مها بدت غير اعتيادية ، قد تمتع باباً جديداً داخل تاريخ الطبيعة أمام بحوث «علم النفس الروحي» ، أي نشوء البعد النفسي والوحي .

تتضمن نقطة الانطلاق هذه الادعاء بأن الانجازات والوظائف المذكورة ، التي اعتدنا على النظر إليها على أنها «نفسية» ، يجب أن تكون قد وجدت أيضاً (ولم تزل موجودة) كوظيفة مستقرة خارج الدماغ الفردي . إذا كانت هذه النقطة صحيحة فإن هذا سيعني إذن أن الذكاء والخيال والقدرة على الاختيار المتخصص الواعي بين الامكانيات المتوفرة وكذلك الذاكرة والخواطر الخلاقة هي أقدم من جميع الأدمغة . قد يناقض هذا تصوراتنا المعتادة بدرجة كبيرة . غير أننا كلما تعمقنا في دراسة ما نعرفه اليوم عن تاريخ الطبيعة كلما ازداد لدينا اليقين بأن الأمور تسير على هذا النحو .

يتوجب علينا ، كما قلنا ، أن نؤجل تحليل هذا الادعاء إلى فصل لاحق . لكننا نستطيع هنا بمساعدة مثال أول أن نوه كيف يمكننا أن نتصور الوجود المستقل - لاشك أن لهذا الكلام وقعاً غير اعتيادي لابل يبدو غير معقول - لواحدة من الوظائف المذكورة وليكن مثلاً الوجود المستقل للخيال أو الذكاء خارج الدماغ وبالتالي خارج البعد السيكلوجي (النفسي) .

سيكون هذا الأمر عند هذه النقطة سهلاً وسريع الحدوث . عند النقطة التي غادرت فيها الخيط الأحمر للتسلسل الزمني لأفكارنا (أي عند تجربة ليدر بيرغ وبعد ذلك عند قصة تكييف واشة الحور في مناطق الصناعة الانكليزية) لكي نكون أفكاراً حول الصدفة التاريخية للحظة التي نعيش فيها وحول مبدأ الظهور الأول للمبادئ «العقلية» في الطبيعة ، كانت هذه الانجازات قد واجهتنا مراراً قبلئذ : الانجازات «الذكية» الناتجة عن التأثير المتضافر لآلتي التطفر والاصطفاء .

إن أحد الأسباب التي دعتنا إلى هذا التشعب في الموضوع (سذكر سبباً آخر لاحقاً) هو أنه يعطينا الإمكانية للنظر مرة أخرى عن كتب إلى ما ذكرناه في هذا الصدد وإنما الآن من منظور جديد غير متوقع . اعتقد أن احتمال إساءة فهمي ، بعد هذا التشعب التوضيحي ، سيكون أقل إذا ما ادعيت أن مبدأ التطفر يندرج تحت المفهوم النفسي «خيال» وأن الاصطفاء يقوم بوظيفة «الاختيار المتخصص» .

إن التكييف الهادف لفراشات الحور مع تعبرات شروط حياتها والتموه الخادع الماهر الذي تقوم به الفراشة الهندية إتقاء لأخطار مستقبلية وكذلك قدرة بكتيريات ستافيلوكوكن على تحويل المضاد الحيوي الذي هو من صنع بشري إلى مادة غير ضارة بواسطة عملية دفاع كيميائي ؛ كل هذه الانجازات تولد

الانطباع بطريقة ملحة حول وجود القدرة على التعلم والسلوك الذكي . لقد أشرت في «المدخل» إلى أن بعض العلماء ، كونراد لورنتس مثلاً ، يتحدثون في مثل هذه الحالات عن رد فعل «شبه ذكي» . إنني أدعي أن هذا التحفظ في التعبير «شبه ذكي» بدلاً من «ذكي» ما هو سوى تعبير عن حكم مسبق ، أي كنيحة للاعتقاد بأن إنحازاً من هذا النوع لا يجوز إطلاق تسمية «ذكي» عليه إلا عندما يكون صادراً عن وعي فردي (شخصي) . عندما يتحرر المرء من هذا التحفظ يبقى الفرق الوحيد بين الحالتين هو أنه في الحالة الأولى (في حالة التعبير المعتاد) يكون الذي يتعلم هو الفرد (المستقل) أما في الحالة الثانية فهو كامل النوع أو عدد معين من «السكان» (سواء تفق الأفراد ، سواء الكثرات أو الفاشات ، في هذه الحالة غير قادرة على التعلم) .

إن هذا هو أكثر من مجرد جدل حول الكلمات . إذا ما ألغينا الحكم المسبق الدارج فإننا نفتح المجال أمام امكانية لم يفكر بها أحد حتى الآن وهي أن نتمكن من فهم نشوء القدرات النفسية في إطار نفس التطور الذي تخضع له بقية الطبيعة . إذا ما تخلينا عن تمسكنا بالرأي بأن رد الفعل الذكي لا يجوز تسميته ذكياً إلا عندما يكون ردأً لفرد ، وليس عندما يكون ردأً لنوع ، عندئذ نزيل الصعوبات في تصور النشوء المستقبلي للانجازات المفردة المختلفة التي تقوم الأدمغة الفردية بعدئذ بتجميعها ، في سلة متأخرة جداً من حط التطور ، مشكّلة بداية مرحلة التطور «النفسى» .

تبعاً لذلك نرى الامكانية بأن نفهم الدماغ على أنه عضو تكمن اسراراته ، من وجهة النظر التطورية ، في أنه يوحد امكانيات معينة من ردود الفعل ، نشأت مستقلة عن بعضها البعض واصبحت متوفرة بصورة حاضرة ، في حملة سلوكية فردية مستقلة كاملة . أود هنا أن أشير إلى أنه لا يبدو عديم المعنى أن مثل هذا العمل يشبه الطريقة التي اكتسبت فيها ، قبل مليارات السنين من هذه الخطوة التطورية ، الحلايا البدئية ، التي كانت لم تزل عديمة النواة ، الوظائف الحاسمة بالنسبة لتطورها اللاحق بأن ضمت إليها حلايا متخصصة بصورة مناسبة كعضيات .

غير اني لا أريد ان استيق الاحداث مرة أخرى . أود فقط في ختام هذه التأملات أن أعرض فكرة تكرر دائماً أمام من يشغل بدراسة هذه الامكانيات . إننا نتعرض دائماً لخطر الانزلاق في البحث عن الأعجوبة او المعجزة في المكان الخطأ . في عالم مليء ، بما لا يقل الجدل ، بالأعاجيب نقف مذهولين غالباً أمام الموقع الخطأ

يصح هذا القول هنا أيضاً . عندما نندي اعحسا بالطبيعة فإننا نعمل ذلك بقدر كبير من الفوقية . عندما نندي إعجاباً بمدى تناسب مخطط بناء النبتة مع الهدف أو ندهش من عصفور يني عشه فإن جزءاً من اعحسا لم يزل حتى اليوم يصدر ، هذا ما أخشاه ، عن اندهاشنا من أن الستة التي لا مخ لها والعصفور غير الذكي يستطيعان أن يتصرفا بهذه الطريقة الهادفة . إننا نتعجب من أن الطبيعة «اللاواعية» قادرة على القيام بهذه الانحازات المعقدة التي تكمن وراء الكثير من الطواهر الطبيعية اليومية . مما لا شك فيه أن تعجبنا هنا مشروع ومناسب . غير أنه يتوجب علينا التفكير بدوافعه بصورة فاحصة . إنني أرى انه يتوجب علينا تعبير طريقة تفكيرنا فيها بتعلق بموقعنا في الطبيعة . إنه تشويه سافر

للولاع الحقيقى اءا اعتقءنا كأفراء «أءكفاء» أن انءارات الطبيعة مءهشة وعامصة لأنها ءحصل بءون ذكاء واءع ءااص بها . ببءو لى انا نقف ها أمام مهمة إءراء ءءول فى فهمنا لءاءنا قء ءعاءل أهمىة الأنعطاف الكوبىربىكى . إذ لءقء ءاا الوقت ، على صوء مسءوى معارفنا ءاالية عن الطبيعة ، لأن ءءوقف عن مقاومءا للراءى بأن القءدرات ءللاقة ، أى ءيال الطبيعة وقءرءها على ءءعلم ءءوق قءراءنا أنمءنا (الءى هى لىء سوى صورة ضعىفة باءةة) بمقءار يفوق ءءصور

\*\*\* \*\* \*\*

## ١٦. القفزة الى متعدد الخلايا

عليما أن نعود الآن لنمسك الحيط الأحمر للتسلسل الزمني للتطور عند النقطة التي تركناه فيها في بداية خروجنا الطويل عن الموضوع . لقد دفعنا الى الخروج عن سياق التسلسل السؤال حول الكيفية التي ستطيع أن نفسر بها القدرة المدهشة لدى الخلايا الحية على أن تتكيف مع التغيرات اللامتوقعة لمحيطها . كان تهديد الخلايا من قبل الاوكسجين (الذي كان بدوره نتيجة حتمية لعمل الخلايا التي تجاوزت الأزمة الغذائية عن طريق «التهام» ضوء الشمس) عند ظهوره لأول مرة في الغلاف الجوي الأرضي قد شكل المثال الملموس على ذلك .

لقد كانت الجسيمات الكوندرية ، بكتريات متخصصة ، التي ضمتها اليها الخلايا الأكبر كوحداث تعاونية ، هي التي أعطت هذه الخلايا القدرة على التعامل مع الغاز الجوي الجديد . لم تزل الجسيمات الكوندرية حتى يومنا هذا تقوم بهذه الوظيفة لدى جميع الكائنات الحية الأرضية التي تستطيع «التنفس» . لقد تمكنت الحياة بمساعدتها لا من أن تحمي نفسها وحسب من هذا الغاز السام في الأصل وإنما فوق ذلك من استخدام عدوانيته الكيميائية الخطيرة لصالحها .

عليما أن نضع دائماً هذه المقدمة التاريخية للوضع ، الذي لم يزل قائماً حتى اليوم ، أمام أعيننا عندما نفكر بالطابع الايجابي لهذا الجزء من الغلاف الجوي الذي أصبح ، من المنظور الحالي ، بمنحنا الحياة ولا عني لنا عنه على الإطلاق . عندما ننظر الى الوضع تاريخياً بهذه الطريقة نأخذ فكرة بمساعدة مثال ملموس عن المقدار الذي نعتبر فيه نحن البشر أيضاً نتاجاً للتكيف مع المحيط ، الذي توجب على الحياة أن تنتهياً فيه . إن الحاجة الحتمية ، أو الضرورة الحياتية لابل الرمز لما هو حي ، التي أصبحت للاوكسجين في نظرنا اليوم ، هي مقياس معبر للتطرف الذي فُرضت فيه عملية التكيف . لكن وأيضاً للكيمياء الذي تحققت فيه : إن غازاً مميتاً في الأصل ينعكس في وعي الكائنات الناتجة عن هذا التكيف كمفهوم لـ«تنفس الحياة» . إنه في الحقيقة أمر يفوق الخيال .



لقد ناقشنا في هذه المناسبة أيضاً مشكلة تفسير التكيف المعقد وتعرفنا على الآلية التي تؤدي اليه عن طريق التأثير المتصافر لعملية التطفر والاصطفاء . إن عروض الصدفة المنتشرة على نطاق واسع لعدد كبير من النماذج الناتجة وراثياً ، والتي ينتج منها المحيط وتغيراته النماذج القليلة «المناسبة» أو «المدفة» ، تؤمن لسوء من الأنواع المرونة اللازمة لكي يتمكن من البقاء في عالم لا يبقى أبداً مستقراً لسن طويل .

مهما بدا الأمر غير قابل للتصديق بأن آلية بهذه البساطة الظاهرية تكفي لتفسير التنوع الهائل لأشكال الحياة الموحدة ولحي ، ودهاب مختلف الأنواع المتجددة باستمرار فإنه لم يعد يوجد ليوم أي شك معقول في أن الأمر يحصل هكذا فعلاً . إنه فوق ذلك يفسر أيضاً نوع وتعدد أشكال الحية ويؤكد أيضاً أنه لا يمكن أن يوجد شكل «مثالي» للحياة لأن التنوع الهائل للشروط والخصائص التي يتصف بها المحيط تعطي تبعاً لذلك عدداً كبيراً من النماذج ، المختلفة في الشكل والوظائف ، الفرصة لأن تثبت أهليتها للتعامل مع هذه الشروط وبالتالي لأن تحقق ذاتها .

هكذا يؤدي المحيط في نفس الوقت الى تنوع بيولوجي يعكس التنوع الموجود فيه ذاته . لكن وبما أن المحيط بدوره يتأثر الى حد كبير بالحياة وبما أن جميع الكائنات الحية الموجودة الأخرى هي ، بالنسبة للكائن الحي الفرد جزء من المحيط فإنه ينتج عن ذلك هنا بالإجمال تأثير متبادل للتقوية الذاتية يؤدي ، فور ما تنقضي مرحلة الانطلاق الطويلة ، الى نوع من الانتشار الانفجاري السريع للحياة على الأرض .

وصلنا الآن في التسلسل الزمني للأحداث الى القطعة التي سيبدأ بعدها تسارع لا يتوقف . حصل هذا قبل حوالي مليار سنة من الآن في الحقبة التي كان فيها تطور الخلايا الأعلى المحتوية على نواة وعلى تجهيزات داخلية (عصيات) عالية التخصص قد اختتم .

في هذا الوقت كان التطور قد بلغ سوية فتحت الباب عريضاً أمام فصل جديد . قبل هذا الوقت وحلال مرحلة طويلة امتدت ما لا يقل عن ملياري سنة كان التطور عسيراً وبطيئاً الى درجة كبيرة كما كان يتعرض لازمة تلو الأخرى ، كما سبق وذكرنا . صحيح أن ما من أحد يتوقع أن الحياة قد نشأت بدون مقدمات تاريخية وتطورت بدون مراحل انتقالية . غير أنها حلت معها فوق ذلك كثير من العوامل والمؤثرات الجديدة المعقدة لدرجة أن إعادة التوازن المستقر الى سطح الأرض احتاجت الى ملياري سنة من الزمن .

كانت كل أزمة من الأزمات الماضية شديدة لدرجة أنه كان من الممكن أن تؤدي الى توقف التطور . علينا أن لا نتجاهل هذه الامكانية ، إذ مهما كان خيال عملية التطفر واسعاً ، كما برهنت تجربة ليدربرغ (كمثال من بين كثير من الأمثلة) ، فإن قدرتها على الانجاز ليست لا محدودة . لو كان الأمر غير ذلك لكانت العظائيات لم تزَل تعيش بيننا . عندما بدأت الخلايا البدئية الأولى التهام الجزيئات الكبيرة والمركبات المتضاعفة ، التي نشأت لا عضويّاً عبر مليارات السنين من التطور العسير ، واحت بالتالي تقتلها تبعاً (وإلا من أين كانت ستحصل على الطاقة الضرورية ، أي من أين كانت ستغلى ؟) كان من الممكن أن تؤدي الأزمة الغذائية الناتجة عن ذلك الى بداية النهاية .

غير أن ظهور الحسيمات الحصر ، «أكلات الضوء» ، في الوقت المناسب كان يعي المخرج من وضع بدا وكأنه لا مخرج له . لكن نشاط هذه الحسيمات أدى فوراً الى احتلال التوازن مرة أخرى بين الحياة ومحيطها الأرضي بسبب عملية انتاج الاوكسجين التي بدوها ما كانت عملية التركيب الضوئي ممكنة في هذه المرة جاء الانقراض من الحسيمات الكوندرية .

هذه الطريقة قصت الحياة ملياري سنة ترخف أمام المخاطر والأمراض ، التي لا نعرف منها ، بالتأكد ، سوى العدد القليل . لقد ظهرت أيضاً بدون شك نفس المخاطر والصعوبات لدى تطوير عملية انقسام الخلية . يكفي للدلالة على ذلك أن شير الى الظروف التي استمرت ما لا يقل عن مليار سنة حتى تمكنت من انعام العملية الحاسمة لتكاثر المتعضيات ولكي تأخذ عملية التطور دورها الفعال . غير أنه أحياناً بعد أزمات طويلة متلاحقة وانقراض أعداد كبيرة من أنواع الخلايا ، التي لم تتمكن من التكيف بما فيه الكفاية ، نشأ توارث جديدة . بعد أربع مليارات سنة من نشوء الأرض أصبح مؤكداً أن الحياة قد شئت أقدامها بهائياً على هذا الكوكب

تكاثر في سحر الأرض أعداد كبيرة لا حصر لها من وحيدات الخلية الدقيقة ، التي يشكل كل منها متعضية حية ذات قدرات كبيرة عالية التخصص . كانت الحسيمات الحصر تعمل على أن لا يعد العناء أبداً بعد الآن . أما الحسيمات الكوندرية فقد وفرت الإمكانية لاستخدام الاوكسجين ، الذي أنتجته الحياة نفسها ، كمصدر للطاقة تيسر أن مردوديته تتجاوز كل ما وجد حتى الآن مما فتح الطرق أمام استحداثات بيولوجية كبيرة تجعل كل ما سبقها أمراً باهتاً هزياً . كما حققت الآلية المكتملة لانقسام الخلية النقل المصنوع لـ «الحبرات» ، المكتسبة خلال مليارات السنين ، في هيئة أشكال مختلفة من الكيف الى الأحيال اللاحقة

غير أن الشروط الفيزيائية - الكيميائية على سطح الأرض حالت ، من ناحية أخرى ، دون حصول هذا الانقسام الخلوي ، وبالتالي تصاعف حريثات دوس ، بلا أخطاء . كما أن الأشعة المنحرفة من تفكك العناصر المشعة الطبيعية الموجودة في القشرة الأرضية وكذلك أيضاً الأشعة الكونية (وقبل كل شيء الأشعة القادمة من المحرة والمسماة الأشعة العليا) أدت الى حصول «نشوهات» (تغيرات) طفيفة وقليلة في حريثات دوس في بوى الخلايا . بذلك تغير معنى الرسالة ، التي يتوجب على هذه الحريثات نقلها ، عقاير قليلة ولكنها اعتناطية . هكذا نشأت «الطفرات» ومعها من خلال لعبة متبادلة مع المحيط حصلت عملية التطور البيولوجي

في المحيط أيضاً حصل تسهيل هام قامت به الحياة نفسها أدى الى توسيع حاسم لإطار الامكانات المستقبلية الذي أصبح اعتناراً من الآن يشمل فعلاً كامل الكرة الأرضية . يتعلق هذا التسهيل أيضاً بالاوكسجين ، الذي كان تركيزه في الغلاف الجوي الأرضي في هذه الحقبة التي مضى عليها حوالي مليار سنة لم يزل أقل مما هو عليه اليوم بمقدار كبير . رغم ذلك فلم يكن لهذا العصر أبداً أهمية كمصدر حديد للطاقة وحسب بل كان مهماً أيضاً كمطللة واقية . حتى ذلك الوقت كانت الحياة تنحصر في طبقة صلبة من مياه المحيطات

كانت قوة الأشعة الشمسية في الأعماق التي تريد عن ٥٠ أو ١٠٠ متراً لم تعد كافية لشايطات تلك الخلايا في مجال التركيب الضوئي ، تلك الشايطات التي لم تكن بأي حال قد نضجت بصورة كاملة . كما أن تلك الخلايا الحساسة لم تكن تستطيع الاقتراب الى أكثر من ١٠ أو ٥ أمتار من سطح الماء بسبب القوة التفكيكية للأشعة فوق البنفسجية . هذا الأمر تغير الآن حذرياً ، بسبب الفعالية العالية للأكسجين كمصفاة للأشعة فوق البنفسجية . كانت تكفي كميات ضئيلة من هذا الغاز الحديدي لتحفيز خطر هذه الأشعة الخطيرة تخفيضاً كبيراً . لقد أصبح الآن فعلاً لأول مرة كامل سطح الكرة الأرضية تحت تصرف الحياة ، ليس فقط سطح المياه وإنما فوق ذلك المساحات الشاسعة من اليابسة - غير أن هذه الامكانية ظلت ، لأسباب مختلفة ، نظرية ٥٠٠ مليون سنة أخرى .

إذا أردنا أن نلخص ما ذكرناه بيضع كلمات فإننا نقول ان كل هذه الأمور أعطت هذه الحقبة صورة الوصف المتناسك الهادئ . كانت الحياة قد ثبتت أقدامها ونظمت «علاقاتها» وجعلت من الأرض وطناً لها وأصبحت منذ الآن جزءاً لا يتجزأ من كوكبنا . إن أكثر ما يدهش ، بناء على هذا الوضع وبغض النظر عن جميع العوائق التي تم تجاوزها ، هو ليس التمكن من الوصول الى هذه النقطة وإنما الحقيقة بأن الأمور لم تقف عند هذا الحد .

لقد سبق وأبدينا تعجبنا من هذا الأمر في نقطة أخرى مبكرة جداً من تاريخ التطور . كان هذا في الموقع الذي لاحظنا فيه أن ذرات الهيدروجين المنتشرة في الفضاء الكوني والتي تجمعت بفعل تجاذبها المتبادل في عيوم كوية لم تكتف ببساطة كتيحة لصفتها الداخلي نشوء النجوم الساحنة وتوهجها بل شأت آنذاك في مراكز النجوم ظروف أدت بالضرورة في البدء الى تجمع ذرات مفردة من الهيدروجين الى بعضها البعض ثم الى تشكل بوى ذرية أثقل وأثقل حيث نشأ شيئاً فشيئاً عدد من العناصر تمتلك خواص وامكانيات لم تكن موجودة في الكون من قبل .

نود هنا عند هذه النقطة أن نكرر مرة ثانية أنه لا يوجد جواب على السؤال ، لماذا لم يقتصر تاريخ الكون حتى نهاية الأزمان على تاريخ نشوء وتحطم أجيال متجددة باستمرار من النجوم المكونة من الهيدروجين تتكرر أبدي لا ينتهي . لن نعرف سبباً لذلك أبداً . إذ أن تطور الأمور باتجاه آخر ، بأن شأت عناصر جديدة أخرى فتحت أمام التطور آفاقاً جديدة لا متوقعة ، يعود الى قدرات التحول الموحدة لدى العنصر البدئي الأول الهيدروجين . أما مصدر الهيدروجين وأسباب خصائصه المتميزة فإنها تقع بالنسبة لنا وراء البدء حيث لا نستطيع علمونا أن تطرح أية تساؤلات مجدية .

لما يتصف الهيدروجين بهذه الخصائص المتميزة ولماذا نشأ وكيف جاء الى عالمنا ؟ هذه الأسئلة لا يوجد لها جواب علمي كما لا يوجد جواب للسؤال حول مصدر الزمان أو أسباب القوانين الطبيعية . هنا نواجه ، مهما كررنا هذا القول لن نكرره بما فيه الكفاية ، نقطة ملموسة ، نواجه حقيقة لا جدال فيها وهي أن عالمنا ، أي المجال الذي نستطيع أن ندرك فيه ونطرح التساؤلات العلمية لا يشمل كل ما هو موجود . غير أن انتشار حكم مسبق غير قابل ، كما يبدو ، للاندثار يرغمنا على التكرار والإشارة بالسبابة

المرفوعة<sup>(\*)</sup> الى أن العلوم الطبيعية الحديثة هي التي تعطينا الضمان بأن الأمور هي على هذه الحال . ان ما نطلبه أو نفترضه الفلسفة والميتافيزيقيا تقوم العلوم الطبيعية بتقريبه اليها بحيث يلامس أنوفنا . هناك مرحلة أخرى انتهزنا على ضوءها الفرصة لأن نتعجب من أن التطور لم يتوقف . كانت هذه هي الخطوة التي تكرر معها مرة أخرى على مستوى أعلى ما وجدناه لدى ذرة الهيدروجين من خصائص دفعنا الى الدهول : إن العناصر الجديدة التي تشكلت شيئاً فشيئاً لم تغن الكون بواحد وتسعين عنصراً آخر يمتلك كل منها خواص جديدة متميزة وحسب بل إن هذه العناصر برهنت على أنها قادرة على الاتحاد مع بعضها البعض ومع الهيدروجين ، الذي انحدرت جميعها منه ، في روابط شديدة الاختلاف والتنوع لا حصر لها ولم تزل تتشكل حتى يومنا هذا . هذا أيضاً لم يكن ضرورياً ولا منظوراً مسبقاً (أي غير قابل للتفسير) . أما أن تكون الأمور قد حصلت هكذا فهذا أمر يتسبب الى الحقائق التي يتوجب علينا قبولها دون تفسير .

في المرحلة اللاحقة تسلسلياً حصل بعدئذ الاتحاد التعاوني بين خلايا بدئية مختلفة الاختصاصات . لقد سبق وتحدثنا عنه تفصيلاً ، لأنه ذو أهمية حاسمة لكل ما يتبعه ، ولذلك لسننا بحاجة الى شرحه مرة أخرى . عند وضع هذا التعاون في الإطار الذي نتحدث عنه يمكن وصفه أيضاً بالقول : يبدو أن هناك مدأ يجلس وراء عجلة القيادة يتقدم التطور تحت سلطته بأن يكرر عند كل مرحلة جديدة من التنظيم ، مطلقاً من المعطيات والامكانيات الجديدة المتوفرة ، نفس الخطوات السابقة التي كانت قد أثنت نجاحها . أكرر ان هذا القول لا يجوز فهمه على أنه «تفسير» بل إنني أحاول بهذه الصياغة أن أصف بصورة أكثر وضوحاً ما حصل آنذاك فعلاً .

بطريقة مشابهة لما كان عليه الأمر في تلك الحالات القديمة حصلت الأمور أيضاً في حقبة تماسك الحياة الأرضية التي وصلنا اليها الآن والتي تعود إلى ما قبل حوالي مليار سنة من وقتنا الحاضر . كانت المحيطات ممتلئة بالحياة الدووية ، بوحدات الخلية التي كان تنظيمها المعقد يعبر عن الذروة التي بلغها التطور الان . كانت الحياة والمحيط ، بعد عدد لا حصر له من الأزمات ، قد توصلتا أخيراً إلى الهدوء بعد أن تكيفتا مع بعضهما البعض بصورة مناسبة لمحقتين توازياً منسجماً . ما هو الشيء الذي حال دون امكانية ان تبقى الأمور على هذه الحال ؟ أي سبب يمكن أن يُقدّم ، أيضاً اليوم لاحقاً بعد أن أصبحنا نعرف كل ما حصل بعد تلك الحالة ، للدعاء بأن الأمور آنذاك كانت ستتابع مسيرها بالضرورة . وبأن التطور لم يكن يستطيع التوقف أي بأنه كان يتوجب عليه ان يتخلل عر كل ما حققه من انجازات وقدرات تكيفية عبر بضال مرير استهلك قدراً هائلاً من الزمن والجهود ؟

ما من أحد يستطيع الإجابة على هذا السؤال . الشيء الوحيد الذي نعرفه هو الحقيقة التاريخية بأنه قد تكرر آنذاك ما كان قد حصل مراراً قبل ذلك . لقد أغتت الخلايا المعقدة ، التي أصبحت موجودة

---

(\*) إشارة الى رد فعل ايشتاين عندما طلب منه تقديم برهان على أفكاره النظرية حيث لىل سائته بلعانه وقال : إني أحسن به كما أحسن تبرد سابقى . - المقترح .

الآن ، المشاهد الأرضية ليس فقط يبدأ جديد (وهو طاهرة البنى المادية التي تقوم بالتمثل الصوري ولديها اختصاصات متعددة) وإنما هيأت ، فوق ذلك ، قفزة جديدة للتطور بأن أظهرت مرة أخرى قدرتها على الاتحاد مع بعضها البعض

كانت المحصلة لهذه المرحلة من التطور تكمن في نشوء الكائنات الحية الأولى المتمتعة بالخلايا . كيف حصل هذا وما هي الامكانات الهائلة الجديدة ، بالنسبة لكل ما هو حي ، التي جلبها معها هذه الخطوة ؟ هذه أمور لم يعد من الصعب وضعها . غير أن سهولة وصفها لا تنقص من روعتنا وإبداعها . وهي لم تصبح قابلة للفهم إلا عندما ننتقل من كل ما تحقق حتى الآن على أنه معطيات قائمة . من السهل طبعاً متابعة اللعب بما أصبح متوفرًا من «مواد» . لكننا يجب أن لا نسي لحظة واحدة التريخ الطويل الرائع الذي حلمته وراءها هذه المواد

إن عملية الانتقال من وحيدات الخلية إلى كثرات الخلايا ، التي تعتبر حاسمة في تاريخ الحياة الأرضية ، تصبح يسيرة على الفهم في اللحظة التي يتضح لنا فيها أن مفهوم «الاتحاد» يجب أن لا يفهم هنا بالمعنى الحرفي للكلمة . إن كثرات الخلايا الأولى لم تكن ، على أغلب الاحتمالات ، نتيجة لاتحاد حُرُفي بين عدة خلايا مفردة موحودة مسبقاً . يطبق هذا القول أيضاً على جميع كثرات الخلايا الناشئة خلال كامل تاريخ الأرض حتى وقتنا الحاضر . ما من كائن حي أعلى يشأ بهذه الطريقة .

نشأ الكائنات الأعلى ، كما نعرف جميعاً ، عن طريق انقسام خلية أساسية محددة نسميها عادة «البويضة» (أو الخلية الأم ، أو الخلية البذرة ، أو البذرة) بشكل أن الخلايا الناتجة عن الانقسام المتساوي لهذه الخلية الأم لم تعد ، كما كان يحصل لدى وحيدات الخلية عبر مليارات السنين ، تنفص عن بعضها البعض . تشير جميع الدلائل إلى أن نشوء متعددات الخلايا البدائية الأولى قبل حوالي مليارات من الآن قد حصل بهذه الطريقة .

أحد الرايين الدالة على ذلك هو أن بعض المتعضيات لم تزل حتى اليوم تحتفظ بهذه الطريقة الانتقالية . يذكر من هذه المتعضيات : الكثيريات وبعض الأشنيات البدائية التي لم تزل تشبه الخلايا البدئية القديمة العديمة النواة ، وعدداً كبيراً من الأنواع المختلفة لوحيدات الخلية العالي التطور التي تمسكت بطريقة الحياة القديمة ، ومتعضيات بدائية توقف تطورها عند مستوى هذه المرحلة لانتقالية (التي يجب ان تكون قد استمرت عدة عشرات من ملايين السنين)

لقد قامت الخموص النوية دون س الموحودة في موى الخلايا بالتخزين الأمين لما تحفر ونقلته بأمانة وحذر عبر تتابع الأحياال الطويل الممتد حتى يومنا هذا . أما سلسلة الطفرات التي كان ين الممكن أن تؤدي إلى متعدد الخلايا فلم تحصل لسبب أو لآخر . بالنسبة للبيولوجي يعتبر هذا الوضع مدعاة للإمتنان ، لأن «مستحاثات حية» من هذا النوع تعطيه فرصة رائعة لدراسة أشكال الحياة القديمة .

أحد الأمثلة المحبة للعلماء في هذا المجال هو كثير خلايا مجهري يسموه «باندورينا» . غير أن صاحب هذا الاسم الموسيقي هو ، بغض النظر عن أنه مكون من عدة خلايا ، ليس متعدد خلايا «حقيقياً» . هذه الصعوبة بالدات تجعل من باندورينا موضوعاً مهماً للباحثين . نستطيع ان نعتبره

مستعمرة خلويه لم تصل بعد إلى مستوى «الفرد» ذي التركيب الواحد المتناسك . يتألف باندوريا من ١٦ حلية أشبية - خصرء نشأت عن الانقسام المتعدد لحلية واحدة . غير أن الغلاف الطري لهذه الحلية الأساسية لا يتحطم بل يبقى موجوداً ليصم جميع الخلايا النات الست عشرة مشكلاً منها جسيماً كروي الشكل .

إن ما يعطي هذا الجسيم طابع المستعمرة هو عدم وجود التنظيم الهرمي وعدم وجود تقسيم للعمل بين الخلايا المنفردة . صحيح أن الهديات الحركية لهذا الكائن تنحرف في جميع الاتجاهات بايقاع جماعي موحد شكل أنه يستطيع أن يتحرك في الماء بصورة منظمة ومسقة ، غير أن جميع الخلايا الست عشرة لم تول تمتع بنفس الحقوق . كل منها يستطيع أن تعمل كل ما تستطيع فعله أحواتها . قبل كل شيء لا يوجد ما يشير إلى أن جميع الخلايا تعتمد في عموها على بعضها البعض بالطريقة التي نجدنا لدى الأفراد الحقيقية التي لاتقل التحركة . إذا ما قام المرء بفصلها عن بعضها البعض تحت المحهر فإن خلايا باندوريا المنفردة تتابع حياتها بأن تشكل كل منها لوحدها مستعمرة جديدة .

تتكاثر باندوريا في الحالة العادية أيضاً بانقسام جميع خلاياها بحيث تتحول المستعمرة الأم «بدون بقية» إلى ١٦ مستعمرة جديدة . إن ما يشير إلى أن الأمر هنا يعبر عن الخطوة الأولى باتجاه تعدد الخلوي هو أن المستعمرة تتألف دائماً من ١٦ حلية (وليس أبداً من ٨ أو ٣٢) . أي أن عدد الانقسامات مفروض مسبقاً وملزم لجميع الخلايا المشاركة .

غير أن الرهاد على أن مستعمرة الأشنيات الصغيرة تمثل الخطوة الأولى على طريق تعدد الخلوي يتضح قبل كل شيء من الحقيقة بأن لباندوريا قريات تقوم بالراحل المتابعة للخطوات التالية على نفس الطريق . لقد حفظت الطبيعة هنا مجرى عملية الانتقال من وحيد الحلية إلى الفرد المؤلف من كثير من الخلايا على هيئة صور منفردة متلاحقة كما على شريط سينمائي (فيلم) .

تمثل «إيدوريا» المرحلة التالية من الشريط (الفيلم) . هنا تتجمع ٣٢ حلية لتشكّل المستعمرة . حتى انه يوجد لدى بعض الأنواع مقدمات لمحور حسمي معين : بحيث يحصل التحرك «اثماً» في نفس إتجاه الجسم . لذلك فإن الخلايا الموجودة في هذا الإتجاه ، أي في الأمام ، تكون أصغر قليلاً . من ناحية أخرى فإن «النقط المصرية» (بدايات أولية لتشكّل العيون) أكثر وضوحاً لدى الخلايا الأمامية منها لدى الخلايا الخلفية ، التي ليس لها دور كبير في عملية التوجه . هذا هو كل ما لدى إيدوريا من تقسيم للعمل . في هذه المستعمرة أيضاً يستطيع مبدئياً كل حلية أن تعمل كل شيء .

أما الفرد المتعدد الخلايا الحقيقي الأول الذي يظهر على هذا السلم المتدرج هو «فولفوكس» المشهور . فولفوكس هو إتحاد مؤلف من مائة ، لا بل عالماً من عدة آلاف من الخلايا الأشبية المكتسية بأهداب حركية تصطف بسبب شئونها من اقسام نفس الحلية الأم مشكلة كرة محوفة كبيرة سبياً يمكن رؤيتها بالعين المنردة كقطعة صغيرة حصراء . للخطوة الأولى يدعو الشاطر عبر الدقيق هذه لكرة الأشبية إلى الإعتقاد بأن صلاحها لأن تكون فرداً مستقلاً حقيقياً ، أي متعضية حقيقية كثيرة الخلايا . هو أقل من صلاح باندوريا أو إيدوريا . لكن المظهر حداء . إن فولفوكس هو من جميع النواحي وحيد حلية

حقيقي ، وهو أول مثال على طراز المتعضيات في المرتبة التالية الأعلى من مراتب التطور . على الرغم من شكله الكروي تقريباً فإنه يوجد لدى فولفوكس توحه جسمي واضح : عند الساحة يتجه دائماً نفس القطب نحو الأمام . كما ان النقط الصرية للحلايا التي تشكل هذا القطب هي أوضح تشكلاً مما هو الحال لدى بقية الحلايا وعلى الأخص لدى الحلايا الموجودة في الصف الخلفي من الكرة . أما الهديبات الحركية لجميع آلاف الحلايا ، التي يتألف منها فولفوكس ، فإنها تخفق جميعها بإيقاع منظم مسحم لتحقيق هذا الانسجام يوحد خيط رفيع يربط بين جميع الحلايا هو عبارة عن حال بروتينية رفيعة تقوى عند انقسام الخلية الأم متناسكة لا تنقطع . يجب ان سطلق من أن الإثارة اللازمة لتحقيق الإيقاع المنسجم تمر عبر هذه الحبال جيئة وذهاباً

غير أن الأمر الحاسم في إطلاق الحكم ، أي في تصنيف هذا الكائن هو قبل كل شيء الحقيقة بأنه يوحد تقسيم واضح للعمل بين الحلايا المختلفة . وهو أكثر بروزاً فيما يتعلق بالوظيفة البيولوجية الأساسية . التكاثر لأول مرة نجد لدى فولفوكس انه لم تعد كل حلية تستطيع ان تنقسم كما تشاء . لم تعد هذه الامكانية متوفرة إلا لعدد قليل من الحلايا الموجودة في النهاية الخلفية لسطح الكرة . هذه الحقيقة تجعل من جميع حلايا فولفوكس الكثيرة الأخرى «خلايا جسمية» بهذا الوضع تواجهنا في هذا الممثل الأول للفرد المركب الموحد لأول مرة في تاريخ التطور ظاهرة الموت

من الطبيعي أن الموت قد وُحد قبلئذ أيضاً ؛ لقد طهر في نفس الوقت مع الحياة مهما كان وقع هذا في اللحظة الأولى محرناً . لو كان الأمر على غير هذه الحال لأصبح العيش على الأرض غير محمول منذ مميزات السير من السهل جداً لتعليل ذلك . تستطيع بكتيريا واحدة ، إذا ما انقسمت فقط كل ٣٠ دقيقة مرة واحدة . أن تحلف بطريا خلال ٢٤ ساعة ما يزيد عن ٢٠٠ بليون بكتيريا (يتناسى الناس عالياً النتائج الكبيرة التي تؤدي إليها سلسلة حسابية من النوع ٢ ، ٤ ، ٨ ، ١٦ ، ٣٢ ، ... والتي ندو للوهلة الأولى بمتمهى الساطة).

من حسن الحظ أن هذا الأمر لم يحصل أنداً . إنه بساطة لا يوحد المكان الكافي لهذا التكاثر اللا محدود ومن البديهي ان البكتيريات تموت أيضاً غير أن موتها هو ، كما هو الأمر لدى جميع وحيدات الخلية الأخرى ، إلى حد ما «موت بحادث» . إن وحيدات الخلية لا تنهم ولا تموت لأسباب داخلية إنها كما يقول البيولوجيون «كموياً» لاتفنى عندما تتكاثر بالانقسام يشكل كل نصف من النصفين الناحيتين حلية وحيدة «فتية» لاتنح «حثة» .

يختلف الأمر لأول مرة عند فولفوكس . إنه أول متعدد خلايا أصلي يقدم تاريخاً ويحلف أول حثة . عندما يتكاثر فولفوكس تبدأ حلاياه «الحسنية» الموجودة في منطقة القطب الخلفي ، وهي الوحيدة القادرة على ذلك ، بالانقسام عندئذ تنفصل عن السطح وتسقط في الحوف العارغ من الكرة حيث تنمو هناك مشكلة كرات فولفوكس جديدة ثم تتمكن بعدئذ من الانطلاق إلى الحرية عن طريق انفجار الكرة الأم وموتها

هنا اصحت فقط حلايا التكاثر هي التي لا تموت . أما الحلايا الباقية فلم تعد تشكل سوى

«جسم» قادر على الحياة لفترة محدودة . وعلى هذه الصورة بقيت الأمور في مملكة كثرات الخلايا حتى يومنا هذا وهكذا هي أيضاً في مملكتنا البشرية . من بين الخلايا الكثيرة اللاحصر لها التي يتألف منها جسمنا تعتبر فقط الخلايا التناسلية على أنها (كمونياً على الأقل) لا تفتى . عملياً لم تعد تتحقق هذه الامكانية أيضاً إلا لعدد ضئيل جداً منها هو الذي يتمكن من الاتحاد مع خلية تناسلية للجنس الآخر لكي يبنيا حولهما «جسماً» جديداً .

من منظور المرحلة التطورية التي وصلنا في وصفنا إليها الآن يمكن أن يتولد لدى المرء الانطباع ان جسم المتعضية المركبة من كثير من الخلايا ، بما في ذلك جسمنا الشري ، هو في الأساس ليس سوى نوع من «التغليف» . إنه غلاف مؤقت للمادة الحقيقية المفيدة : الخلية التناسلية (البذرة) التي لا تموت والتي يتوجب عليه حفظها والحفاظة عليها ومتابعة نقلها سليمة من جيل إلى جيل . وكان جسمنا ما هو إلا أداة صنعت لكي تؤمن الحماية لهذه الخلية البذرة ولكي تمنحها الفرصة والوقت لكي تنقسم .

يستطيع المرء أن يؤثر هذه الفكرة إلى أبعد من ذلك . يستطيع ان يضع التخمينات حول ما إذا كان لجسمنا ربما في نهاية الأمر مهمة واحدة وحيدة وهي أنه ، نظراً لمقدار النجاح الذي تمكن بواسطته أن يثبت ويفرض نفسه بيولوجياً في محيطه ، ليس سوى نوع من جهاز للتلمس أو التحسس موضوع تحت تصرف الخلية البذرة ، أو تعبير أدق ، في خدمة الحمض النووي د ن س الموحد فيها ، تفحص بواسطته هذه الخلية مدى هادفة الطفرات التي تحصل ، أي مدى انسجامها مع الهدف الذي تبغيه .

لكن أي معنى يريد المرء أن يعطي بعدئذ أيضاً لمفهوم «الهادفة البيولوجية» ؟ كيف يمكن أن تثبت الهادفة هادفتها إلا بزيادة النجاح للمتعضية المتكيفة مع محيطها ؟ بهذا الشكل يصح إذن الكون الصغير (محوص د ن س) هو الذي يحدد هنا الكون الكبير (المتعضية) وليس العكس . لذلك فإن تخمينات من هذا النوع يمكن ان تكون مسلية لكنها تحتوي على شيء لا يلقي غالباً أي اهتمام . رغم ذلك لا يجوز أن نفعل عن أن جميع هذه التأملات هي وحيدة الجانب لأنها تنطلق من أفق محدود ، من منظور ضيق الخطوة وحيدة من خطوات التطور أخذت كقياساً من كامل مساره الطويل .

هكذا نجد أن مزايا التعدد الخلوي لم تكن ممكنة بيولوجياً إلا مقابل ثمن باهظ هو العمر المحدود . هذا وحده يتيح الاستنتاج بأن هذه المزايا يجب ان تكون كبيرة . أبسط مزية يستطيع الكائن الحي المتعدد الخلايا أن يحققها هي بالطبع ببساطة انه يستطيع - بالمقارنة مع وحيد الخلية - أن يربد حجم جسمه كما يشاء تقريباً . لا يحتاج المرء إلا أن يكون قد رأى مرة واحدة حشرة صغيرة تتخط لا حول لها ولا قوة على سطح فطرة من الماء لكي يعترف أن الحجم الحسني بحد ذاته يمكن أن يشكل مزية كبيرة في هذا العالم من كثافة السطوح . من البديهي أن هذا يصبح أيضاً لأسباب أخرى كثيرة . إذا كان المثل القائل «الكبار يأكلون الصغار» لا ينطبق على الطبيعة بلا استثناء فإننا نستطيع عموماً على الأقل أن نعتبر أن الكبار بدورهم في مجرى نسبياً من أن يأكلهم الصغار .

غير أن الامكانيات الأكثر أهمية وغنى التي جلبها معه الانتقال التطوري من الكائنات الوحيدة الخلية إلى الكائنات المتعددة الخلايا نتجت عن مبدأ تقسيم العمل بين الخلايا المختلفة التي يتألف منها هذا



الكائن المركب . تظهر المقدمات الأولية لهذا المبدأ لدى فولفوكس . أما إمكاناته الواسعة التي تحققت خلال عملية التطور فتظهر لنا فور إلقاء نظرة عابرة على بعض أنواع الخلايا التي تتألف منها أجسامنا . كيف تتمكن خلية واحدة من إنتاج هذا العدد الكبير من الخلايا المختلفة «المتنوعة» عن طريق الانقسام ؛ هذا سؤال لم يلق جواباً علمياً بعد . كل ما يتوفر لدينا الآن هو بعض المقدمات الأولية غير المكتملة .

تكمن المشكلة في أنه يوجد في نواة كل خلية من خلايا جسمنا ، سواء أكانت حلية من الكلية أو من الغدد أو من الجلد أو خلية عصبية ، بناء على حصول عملية انقسام النواة بدقة هائلة نسخة كاملة غير منقوصة من جزيئات د ن س («الجينات») التي كانت موحدة في البويضة الملقحة ، التي نشأت عنها هذه الخلايا جميعها . لدى كل خطوة من خطوات الانقسام اللا حصر لها ، التي شأت بواسطة هذه الخلايا شيئاً فشيئاً ، تتضاعف جزيئات د ن س بدقة تامة وتنوع في كل مرة بالتساوي علم كلا النصفين الناتجين عن الانقسام . لذلك فإن كل خلية من خلايا جسمنا تحتوي على «معلومات» أكثر مما تحتاج لإنجاز مهمتها الخاصة . كل خلية تحتوي على مخطط بناء متكامل غير منقوص لكامل جسمنا .

فقط لهذا السبب استطاع متنبئو المستقبل من علماء الأحياء الجزيئية الحديثين أن يتوصلوا في السنين الأخيرة إلى الخاطرة بأنه من الناحية المبدأية يجب أن يكون ممكناً أن نبعث (نشكّل) إنساناً من خلية واحدة (من أية خلية) من خلايا جسمه . أي أنه يجب أن يكون ممكناً بهذه الطريقة أن نتج لكل منا «لاحقاً» أحناً نواماً أو «نسخة ثانية طلق الأصل» . أدت هذه الخاطرة بعدئذ إلى تخمينات أبعد حول ما إذا كان البشر في المستقبل قد يأخذون خلايا من الجلد ويحفظونها في درجات حرارة منخفضة لكي يتجوا منها ، في حالة الموت المفاجيء ، بحادث أو ماشابه ، على الأقل «نسخة ثانية» عن الشخص المتوفي .

من الطيبي أن هذه الفكرة (بغض النظر عما إذا كان تحقيقها مرعوباً) ستبقى حتى إنعاز آخر مجرد تصور خيالي . يعود السبب في ذلك ليس فقط إلى أن تشكل الحين البشري خارج رحم الأم لم يصبح ممكناً بعد . بل تتعلق الصعوبات الأكبر هنا في المسائل المتعلقة بمشكلة «التمييز» التي ذكرناها سابقاً .

لننظر إلى حالة الخلية التي أصبحت «خلية كبدية» . إنها تنشأ في وقت ما في الجنين عن طريق انقسام حلية عبر متخصصة بعد . هي أيضاً تحتوي على كامل مخطط بناء المتعضية ، التي تشكل جزءاً منها . لكنها هي بحد ذاتها لا تبالي ولا تعطي أي إهتمام للتفاصيل الكثيرة المعقدة التي يحتويها مخطط البناء بل تهتم حصراً بالمقطع الجزئي الصغير منه الذي يحتوي تعليمات حول مطهر ووظيفة الخلية الكبدية . أي أن الخلية لا يحق لها خلال نموها بعد الانقسام أن «تقرأ» أو تتجاوب إلا مع المقطع الصغير . يتوجب عليها أن تتجاهل جميع التعليمات الأخرى التي يحتويها المخطط .

حسب المعارف المتوفرة لدينا الآن تحصل الأمور في الواقع العملي فعلاً بهذه الطريقة . حيث أن جميع جزيئات د ن س الكثيرة ، التي تشكل مجتمعة مخطط البناء ، تكون مصطفة كجينات (كمورنات) بجانب بعضها البعض مشكلة في نواة الخلية ما يسمى الكروموزومات (الصغيات الوراثية) . وفي بعض الحالات يستطيع المرء أن يراقب صبغية وراثية تحت المجهر ويرى آياً من جيناتها يكون في حالة نشاط وآياً

منها في حالة سكون . لدى بعض الحشرات تتورم بصورة مريثة الجينات التي تكون في حالة نشاط ، أي التي تكون في صدد إعطاء الأوامر ، بحيث تنتفخ مواقع الكروموزومات ، التي تقيم فيها هذه الجينات ، مشكلة تورماً ظاهراً مريثاً أو ما يسمى بوف (من الكلمة الانكليزية بوف = فقاعة) . من هنا أصبح معروفاً أن أغلب جينات الخلية تبقى بلا أي نشاط . في هذه الحالة تكون المعلومات المخزونة مغلقة (تقوم على الأرجح بإقفالها جينات أخرى يسميها البيولوجيون «جينات التعطيل» ) لا بل إن هذه الحالة هي الحالة العادية أي الحالة السائدة عموماً . عندما يُشيط أحد الجينات ، أي عندما تدعو الحاجة الى استخدام الرسالة التي يحملها ، عندئذ يتم نزع القفل (تقوم على الأرجح بذلك جينات نوعية أخرى قادرة) . يستطيع الآن أن ملاحظ ، لاحقاً ، أن هذه الطريقة منطقية ومقتنة . إذ من الواضح أن مخطط البناء لوحده لا يكفي ، لأنه لا يحتوي سوى التنظيم المكاني الانشائي . غير أن ما تحتاجه أغلبية فوق ذلك هو التنظيم الزماني أيضاً .

إن أفضل مخطط بناء لن يكون مفيداً إذا لم نكن نعرف مالاضافة إليه أين يجب علينا أن نبدأ بالبناء ومتى وبأي تسلسل يجب تنفيذ الأجزاء التفصيلية من المخطط . تعتبر هذه الأمور عند بناء المساكن بدائية . يجب البدء أولاً بالأساسات ولا يمكن بناء السقف إلا بعد إنجار الأعمدة التي يستند عليها . كما لا يجوز القيام بعملية الطينة إلا بعد وضع الأنابيب التي ستمر فيها الأسلاك الكهربائية . لكي نعد أي مبنى لا نحتاج إلى التقيد بالمخطط المكاني الإنشائي وحسب وإنما أيضاً بالمخطط الزمني أي بتسلسل الخطوات المفردة الكثيرة التي يشأ عمها المبنى .

تنطبق هذه الشروط على مباني الطبيعة أيضاً وبالتالي على الخلية المفردة . أما كيف يتحقق هذا التنظيم الزماني هنا فلا يعرف سوى القليل . من الذي يقول للخلية متى وأية محططات تفصيلية عليها أن «تقرأ» وأية محططات عليها أن تدع جانباً مؤقتاً ؛ هذه أمور لم يكتشفها البيولوجيون بعد . كيف تتم عملية تعطيل بعض الجينات في اللحظة المناسبة وبالتسلسل الصحيح ، من الذي ينشط أو يعطل جينات التعطيل ؛ كل هذه الأمور لم ترل في الطلام القائم . (يبدو أن مستوى البناء الذي يتم لوصول إليه في خطوة هو الذي يفتح الطريق أمام الخطوة التالية بطريقة لم يتمكن أحد من اكتشافها بعد) .

الشيء الثابت على أي حال هو أن توجيه النشاطات المرتب بدقة مكانياً وزمانياً بهذه الطريقة يشغل ويعطل الجينات حسب الحاجة وأن «مدير» الخلية يتم هذه الطريقة عندما يتوجب على خلية أن تصيح خلية كندية تشغل ببساطة فقط الحيات (بالتسلسل الصحيح) اللازمة لتحقيق هذا امره من مخطط البناء . أما جميع الجينات الأخرى فتبقى طيلة عمر الخلية مغلقة (معطلة) . (لست بحاجة لأن أشير مرة أخرى إلى المشاكل الكثيرة الغامضة التي تحتوي خلف كلمة «ببساطة» التي ذكرتها لثوي) .

إن المعرفة التي لا حدال فيها ، بأن يوحد في كل خلية من خلايا جلدنا المعلومات الوراثة حول حسنا تكامله ، لا تعيد في التطبيق العملي أي شيء على الإطلاق . لكي يتم إنتاج نسخة طبق الأصل لإنسان ما في المحر اطلاقاً من خلية واحدة ما من خلايا جلده يجب أن يكون المشرف على التجرب قادراً على فك أقفال جميع الحيات التي تحتويها هذه الخلية (وهي تبلغ لدى الإنسان عدة ملايين على الأقل) وأن يتمكن

من تنفيذ هذا الفك بدقة متناهية وبالتسلسل الزمني الصحيح . هذه مهمة ستبقى بالتأكيد غير قابلة للحل لعدة أجيال قادمة .

أما الطبيعة فهي تعرف المبدأ منذ زمن طويل . لولا هذه المعرفة لما تمكنت من الوصول حتى ولا إلى وحيد الخلية ، لأن تكاثره بالانقسام يتطلب أيضاً الانقسام الدقيق للنواة بما فيها من صبغيات وراثية حاملة للجينات ، أي أنه عملية تحتاج إلى دقة فائقة وإلى تنظيم زمني عال سبق وشرحنه في موقع سابق وشهناه بالطام المطبق في رقص الباليه

الآن ، على مستوى كثير الخلايا ، تحصل الطبيعة مقدرتها على التحكم بعلبة مفاتيح الجينات على الإمكانية لأن تجعل الخلايا المنفردة للمتعضية الأعلى تتعمق في تخصصها إلى أقصى الحدود الممكنة بيولوجياً على الإطلاق . إن من يسيطر على علبة مفاتيح الجينات ويميد التحكم بها يستطيع أن يختار من كل خلية الجينات التي يشاء و «يعزف» عليها الوظائف والخصائص التي يحتاجها . أما النتيجة فهي التمايز الخلوي ، أي الحقيقة بأن الخلايا المختلفة لدى الكائن الحي الأعلى تتميز عن بعضها البعض بصورة مدهشة تبعاً للوظيفة التي نشأت لتحقيقها .

على هذا التمايز يقوم التقدم الحاسم الذي يمثل ، في تاريخ الحياة ، القفزة إلى كثير الخلايا . بواسطة مواد البناء المتخصصة بهذه الطريقة يمكن ، لتحقيق وظائف وإنجازات محددة ، ساء أعضاء بمهارة وبدقة لم نكون معروفين من قبل . يعود هذا ببساطة إلى أنه من الممكن أن بني بقطع صغيرة سبياً أعضاء كبيرة سبياً بطرق أكثر تعدداً وتوعاً وأيسر مما كان فعله ممكناً مع قطعة كبيرة نسبياً في حشد كائن حي كان هو نفسه لا يتألف إلا من خلية واحدة . يصح هذا هنا كما يصح لدى الفروق في الوعي لمنظر حيث تتعلق حدوده بعدد النقاط التي يتكون منها . كما أن الصورة المطبوعة في جريدة بطريقة سيئة (عدد قليل نسبياً من النقاط الكبيرة نسبياً) تعطي تفاصيل أقل مما تعطيه صورة فوتوغرافية على فيلم ملون شديد الحساسية لما يحتويه من الكثير من الحبيبات الملونة المجهرية الصغيرة .

لندكر الآن مرة أخرى «النقط البصرية» التي لاحظناها لدى وحيدات الخلية . لا يوجد أي مجال للشك في أن هذه النقاط الملونة الصغيرة الماصة للضوء ، حتى لو كانت مجرد حبيبات لونية صغيرة ، تؤدي لدى وحيد الخلية من ناحية المبدأ نفس الوظيفة التي تؤديها العيون لدى الكائنات الحية الأعلى . من الطبيعي أنها لا تستطيع ممارستها بالعين بالمعنى الصبي للكلمة ، لأنها لا تستطيع لأسباب فيزيائية بحثة أن تلتقط «صورة» للمحيط ؛ وهذه مسألة لم يكن لها أي معنى في هذه المرحلة من التطور لأنه لم يكن قد وُجد بعد النظام العصبي المركزي الذي يستطيع أن يعمل شيئاً يمثل هذه الصورة .

غير أن النقاط البصرية لدى وحيدات الخلية هي بدون شك «مستقبل للضوء» ولو بالمعنى المتواضع للكلمة لأنها تمتص الضوء الساقط عليها وبالتالي تشكل ظلاً في المتعضية التي تنسب إليها . إنها عضيات تمتص الضوء ثم تعطي إشارات أو إثارات (إشارات أو إثارات لأن الإشارة تصل إلى القطة التي يتوجب عليها التنفيذ بصيغة «إثارة» ) ، وإن كانت هذه «الإثارات» ما هي سوى الطل نفسه الذي يسقط على جدر

الهدية الحركية ويؤثر على نشاطها . تتضافر كل هذه الأمور بحيث تعمل كموجة أوتوماتيكي يجعل وحيد الخلية يسعى إلى ضوء الشمس المفيد بالنسبة له .

كل هذا هو ساء عجيب محوري صنعه التطور يمكن وحيد الخلية من التعرف على خصائص محيطه فيما يتعلق بالإضاءة حتى لو تمكن بواسطة هذا الجهاز البسيط من مجرد التمييز البدائي بين «مضاء» و «مظلم» فإن الأمر هنا يتعلق بدون شك بالخطوة الأولى بإتجاه الوظيفة الخاصة التي نعيمها عندما نتحدث عن «الرؤية» .

إنه من المهم بالنسبة لتسلسل أفكارنا أن نوضح في هذا الموقع أن الطبيعة كانت قد قامت بالخطوة الأولى إلى الرؤية منذ مرحلة وحيد الخلية ، أي في وقت كان فيه التفكير «بالعيون» بالمعنى الحالي غير وارد على الإطلاق . غير أن تلك البدايات في هذا الإتجاه لم تؤد بعيداً إذ لم تتجاوز رد الفعل تجاه الضوء من النوع المذكور مما ساعد على التوجه - لم يتحقق أكثر من ذلك لدى وحيد الخلية . لم تكن المواد المتوفرة كافية لتساعده هذا المبدأ واستكمال بنائه .

أما بعد أن حقق التطور الخطوة التالية التي أدت إلى المتعضية الأعلى المؤلفة من عدة خلايا ، عندئذ لم يعد بوحده أي توقف . لقد سارت الأمور كما يجب أن تسير عندما يكون أحد المخترعين قد صمم فكرة وحملها في رأسه رسماً طويلاً ثم حصل فجأة على المواد التي يحتاجها للتمكن من تنفيذ هذه الفكرة عملياً . لم يحتج عن ذلك رد فعل المخترع «تطوره» عندما توفرت له في هذه المرحلة من التطور فجأة الامكانية لأن يصنع «جهاز استقبال ضوئي» من عدد كبير من الخلايا المفردة المتخصصة . بعد ذلك تم الانتقال شيئاً فشيئاً وخطوة خطوة من هذه الحاسة البدائية البسيطة للرؤية إلى عيوننا الحالية . لم نزل نوجد حتى يومنا هذا حيوانات على سويات مختلفة من التطور يمثل كل منها خطوة من هذه الخطوات المتتالية . مهما بدت عيوننا معقدة التركيب فإن الطريق الذي أدى إليها لم يمتد سوى فترة قصيرة نسبياً لم تتجاوز عدداً قليلاً من مئات ملايين السنين . وهذه الفترة أقصر جوهرياً من تلك التي احتاحتها الطبيعة لتصميم وتنفيذ آلية انقسام النواة لدى وحيد الخلية .

هنا نجد أمامنا السبب الثاني والأهم للتسارع الكبير الذي سار فيه التطور خلال السهاية او الشأمة مليون سنة الأخيرة قياساً على المراحل السابقة . ندو الأمور هنا وكأن جميع القرارات الجوهرية كانت قد اتخذت خلال الأحقاب الطويلة الماضية التي سقت هذه المرحلة . كان زمن البحث والتحضير قد انتهى . كانت المبادئ الأساسية قد طُورت جميعها وإن كان هذا التطوير لم يزل في بداياته الجنينية . أصبح المطلوب الآن هو فقط استغلال هذه الإمكانيات الجديدة المتوفرة وتحسينها باستمرار .

سصادف لاحقاً مراراً وتكراراً كثيراً من الامثلة التي تؤيد هذه الحالة . نود هنا فقط أن نذكر مرة أخرى بالقناة الناقلة للإشارات (أو للإثارات) الموجودة لدى وحيدات الخلية المحتوية على هدييات حركية . إن حقيقة وجود التنسيق والتوحيد في شدة وإتجاه حفيقان هذه الهديات لا يمكن تفسيرها إلا بافتراض وجود رابطة من نوع ما فيما بينها تؤدي إلى هذا الإيقاع الموحد . لم نزل اليوم لا نعرف نوعية هذه الرابطة لأن المجهر الضوئي والمجهر الإلكتروني لا يثبتاننا عن أي شيء في هذا المجال . قد يكون الخط

الناقل للإشارات (أو للإثارات) ، التي تنسق بين الأهداب الحركية ، مؤلف من حبال هبلية متخصصة كيميائياً فقط وبالتالي غير مرئية . ولكن كيفها كان الشكل الذي سيتخذ حل هذه المشكلة فإنه يبقى مؤكداً أن ما يحصل هنا هو تطبيق لمبدأ لم تصادفه بشكله الناضج إلا لدى الكائنات الحية المتعددة الخلايا : إنه مبدأ نقل الإشارات .

مرة أخرى ملاحظ هنا أن الأمور ليست ، كما نعتقد غالباً بدون مناقشة ، أن الخلية العصبية المتخصصة هي التي حققت لأول مرة نقل الإثارات داخل جسم المتعضية وحققت بالتالي تماسكه وتوجيه وظائفه المختلفة . بل إن العكس هو الصحيح . إذ أن انتقال الإثارات كان موجوداً دائماً منذ القدم . حتى وحيدات الخلية الأكثر بدائية لم تكن بقادرة على العيش لولا وجود التوافق والانسجام بين وظائفها المختلفة . غير أن استغلال الامكانات الهائلة الكامنة في هذا المبدأ لم يتحقق إلا بوجود الخلايا العصبية التي مكّنت من إنشاء أجهزة اتصال دقيقة ومعقدة لنقل المعلومات داخل جسم المتعضية تشكلت منها لاحقاً ، في وقت متأخر جداً ، منطقة مركزية لإعطاء المعلومات والأوامر ، أي الدماغ .

من هذا المنظور تقدم الأربعماية أو الخمسمائة مليون سنة الأولى من حياة متعددات الخلايا ، أي تاريخ نشوء الأسماك والمحارات والسرطانات والاسفنجيات والديدان وغيرها ، (حتى الآن لم يكن يوجد حياة إلا في الماء حصراً !) دائماً أمثلة جديدة على نفس المسألة : وهي أن ما كان يحصل هنا هو استكمال وتحسين للوظائف والانجازات وطرق السلوك التي كانت قد وُجدت بدايات أو على الأقل مقدمات لها في مرحلة وحيد الخلية . كانت تنشأ بالطبع خلال ذلك «تجديدات» كثيرة التعدد والتنوع . غير أنه في كل حالة منفردة سواء تعلق الأمر بنشوء عضو خاص أو وظيفة خاصة ، فإن البذرة أو البداية أو القدمة لا بد أن تكون قد وُجدت في مملكة وحيدات الخلايا .

سيصينا الإنهك إذا ما أردنا وصف التفاصيل في جميع الأمثلة التي ذكرناها . سوف لن نقدم التفاصيل بالنسبة لتسلسل أفكارنا أية وجهات نظر جديدة إذا ما شرحنا الطريق الملموس الذي سارت عليه الأمور في كل حالة لدى الانتقال من وحيد الخلية إلى الأسماك أو السرطانات أو الديدان . إن من يتم بهذه التفاصيل (وهي هامة بما فيه الكفاية) يستطيع أن يقرأها في أي كتاب جيد للبيولوجيا . عندما نتطرق من وجود المواد الأولية المؤلفة من الخلايا المتخصصة الأعلى ونضيف إليها عملية التطور الخلّاقة المدفوعة بمبدأي التطفر والاصطفاء ، عندئذ لا تبقى أمامنا صعوبات مبدئية لفهم التطور الذي أدى إلى الحيوانات المتنوعة الكثيرة التي نشأت في الماء .

من منا لن يكتشف التوازي مع المرحلة الأولى من التطور ، أي تكرار الحالة التي بدأنا بها هذا الكتاب ؟ لقد قلنا هناك أننا عندما نتطرق من وجود الهيدروجين وخصائصه المدهشة ثم من قوانين الطبيعة زائد المكان والزمان عندئذ نستطيع استخلاص التاريخ ، على الأقل بخطوطه العريضة ، الذي جرى منذ بدء الكون وأدى على الأرض إلى نشوء كل شيء حتى إلى نشوئنا أنفسنا . أن يكون هذا ممكناً ، هذا ، كما يبدو لي ، هو الاكتشاف المذهل لعصرنا . لذلك شكلت هذه الفكرة الموضوع الرئيسي لهذا الكتاب .

أن تكون بذلك ذرة الهيدروجين قد احتوت منذ البدء كل إمكان كل ما نشأ في الماضي وكل ما سينشأ في المستقبل ، هذا هو أهم اكتشاف حققته العلوم الطبيعية الحديثة من ناحية أنها ترغب كلاً منا ، كل من لا يريد أن يخلق ذهنه قسراً أمام هذه الرؤية ، على الاعتراف بالحقيقة بأن لهذا العالم ولتاريخه منشأً بدئياً لا يمكن أن يكون فيه ذاته . في المحال الواقع خلف هذه الحقيقة الوحيدة يبقى كل شخص حراً في أن يكون لنفسه الأفكار التي يريد حول السبب الذي منح ذرة هذا العنصر البسيط (أسسط العناصر) التي نشأت بالنسبة لنا من العدم ، إمكانات التطور التي شملت وجوده نفسه وشملت قدرته على التفكير بهذه المسألة وشملت الكون بكامله .

\*\*      \*\*      \*\*



## ١٧. الخروج من الماء

لماذا طال الوقت كل هذه المدة حتى استولت الحياة ، التي كانت قد استقرت بثبات على الأرض منذ زمن طويل ، على كامل سطح هذا الكوكب ؟ لم يمض على احتلال اليابسة سوى أقل من ٥٠٠ مليون سنة . لماذا تأخرت الحياة في القيام بهذه الخطوة كل هذا الوقت ؟ الجواب على متهى الساطة : لا يوجد حتى يومنا هذا أية حجة بيولوجية مقنعة يمكن أن تبرهن على أن هذه الخطوة كانت منطقية أو منسجمة مع الهدف . لذلك يجب علينا أن نطرح السؤال بطريقة معكوسة تماماً : كيف يمكن تفسير قيم الحياة بالقفزة الهائلة الشديدة العواقب التي أخرجتها من الماء ، من مهدها ومأواها الطيعي ، إلى اليابسة ؟

أن تكون الماء اليوم عنصراً يهدد حياتنا فما هي إلا ظاهرة معرة عن الجذرية التي كُتبت فيها الطبيعة مع شروط هي في الأصل غير عادية وغير محتملة وضعت فيها المتعضيات الحية بتعريضها للمهواء الطلق . إن الانتقال من أحد العناصر إلى الآخر (من الماء إلى الهواء) هو أكثر خطوات التطور التي نحدسها عنها حتى الآن إثارة للتساؤل لأنه لم يقدم ، في اللحظة التي حصل فيها ، أية فائدة أو ميزة بل بالعكس جلب الأخطار والمتاعب .

لو كان يوجد آنذاك مراقب يشاهد المحاولات المجهدة والغنية بالخسائر التي قامت بها الحياة للخروج من الماء لهُز رأسه مستغرباً . كان الهدف الذي سيحققه هذا المشروع المكلف غير معروف وكان علاوة على ذلك مؤكداً أن هذا التطور الحديدي سيحتاج إلى سلسلة من التجهيزات والقدرات البيولوجية الإضافية المعقدة التي لم تكن له حاجة بها حتى الآن على الإطلاق .

تبدأ المشاكل بالوزن الذاتي للجسم . هذه المشكلة لم تكن موجودة في الماء لأن السبة العالية من الماء التي تحتويها أجسام جميع الكائنات الحية المائية تجعل وزنها النوعي لا يزيد عن الواحد إلا قليلاً . أما الزيادة الضئيلة فيمكن معادلتها بسهولة - بواسطة الفقاعات الهوائية أو تجهيزات أخرى مماثلة . لذلك



يعوم سكان البحار في الماء . حتى أكر الحيتان يكون في الماء عديم الوزن . أما سكان اليابسة فيستهلكون ، إذا ما ارتفعنا فوق مستوى الديدان والحلزونات والأفاعي ، حتى ٤٠ بالمائة من مجمل طاقة تمثلهم العضوي لتحقيق الغرض السيط وحده وهو عمل وزهم الذاتي . إنه فعلاً ليس من السهل إيجاد أي سبب لسير التطور آنذاك في هذا الاتجاه الذي جلب معه هذا الضرر وغيره من الأضرار الأخرى . لذلك لا نستطيع بالتأكيد ان نتحدث هنا عن المهادية البيولوجية بالمعنى المعروف

جلب هذا التبدل معه مخاطر وأضراراً أخرى . كان الماء اللأزم حتى الآن كوسط انحلال لجميع عمليات التمثل العضوي متوفراً بكميات لا محدودة . أما على اليابسة فقد أصبح شحيحاً . لذلك توجب تطوير تجهيزات معقدة وجديدة نوعياً تتيح التعامل مع المادة التي شحت فجأة بإقتصادية وحذر لاستهلاك أقل قدر ممكن منها . أصيبت إلى ذلك أهمية الماء كوسط لتحليص الجسم من نفايات التمثل العضوي ، إذ أن الكائنات المائية تستطيع غسل أجسامها وتنظيفها من الداخل كما نشاء . أما الآن فيجب إيجاد طرق جديدة للتمثل العضوي تحفف من استهلاك الماء .

إن الكائن الحي الذي ينتقل من الماء إلى اليابسة سوف لن يشعر فجأة بعبء وزنه الذاتي وحسب وسوف لن يكتشف خطر تعرض جسمه للشفاف ويتعرف لأول مرة على الشعور بالعطش ، بل إنه سيجد نفسه فوق ذلك معرضاً للتأرجحات الحرارية : الفروق الحرارية بين الليل والنهار ثم الفروق الحرارية الأكبر بين الفصول ، التي لم تكن معروفة قبلاً والتي هددت بحصول خلل في عمليات التمثل العضوي . لقد نسبنا نحن البشر بعد أن اتعدنا عن الماء كل هذه المدة أن هذه المشكلة لم تكن موجودة من قبل ، لأن درجة الحرارة على عمق أمتار قليلة من سطح المحيطات تبلغ  $+ 4$  درجة مئوية وتبقى منتظمة طيلة أوقات السنة . كان هذا الثبات في درجات الحرارة حتى ذاك الوقت مقدمة ضرورية للحياة لا غنى عنها لأن الحرارة ، كما نتذكر ، هي المحرك لجميع التفاعلات الكيميائية . لذلك فإن ثبات الحرارة يعني الصمان بأن جميع التفاعلات الكيميائية ستحصل بسرعة ثابتة وبالتالي قابلة للحساب . والتمثل العضوي هو في الواقع سلسلة من التفاعلات الكيميائية المنفردة الكثيرة . كم سترداد الصعوبات للمحافظة على نظام جميع هذه التفاعلات ضمن شروط أعباء تقللت الحرارة الخارجية !

نستطيع أن نقول بإختصار أن الخروج من الماء لم يكن له أي معنى سوى كأنه مهمة من مهام عنصر الحياة . إن هذا الذي نسميه اليوم احتلال اليابسة كان سيبدو آنذاك لمراقب مُفترض لا عقلانياً بنفس الدرجة التي تبدو لنا فيها اليوم رغبة كثيرة من الناس بزيارة القمر . إنه يعني التخلي عن الأمان المريح من أجل محيط كان يبدو عند بدء المغامرة على أنه لا يقدم أدنى فرصة للحياة . كانت اليابسة آنذاك عند النظر إليها من الماء تمثل وسطاً غريباً ومعادياً للحياة كما هو الأمر على سطح القمر بالنسبة لنا اليوم . إن التشابه بين الحالتين أكبر مما يبدو لنا للوهلة الأولى . يتعلق الأمر فعلاً في كلا الحالتين بنفس المشكلة : مشكلة البقاء في وسط بيولوجي غريب بحيث كما أن تدقيق الحالتين يظهر أنه لم تكن فقط المخاطر والمهام في كلا الحالتين متشابهة وإنما أيضاً الحلول . وهذا يتضح أكثر عندما نلاحظ أن الأمر في الحالة الأولى تعلق بحل بيولوجي حققه المخترع «تطور» بمساعدة أليقي التطفر والاصطفاء ، بينما نقوم

اليوم - «غرو» الفضاء بمساعدة وسائل تقنية يخترعها عقلنا العلمي .

صادف هنا مجدداً واحداً من تلك التشابهات أو واحداً من تلك التكرارات لنفس الدافع على درجات تطورية مختلفة سبق وتحدثنا عنها مراراً . سنقوم بشرح ما بود استخلاصه من هذا المثال الحديد في فصل لاحق لأن فهم المسألة سيصبح أسهل بالنسبة لنا بعد أن نكون قد تعرفنا على بعض المقدمات الضرورية . أما هنا فنود أن نوضح بواسطة بعض التفاصيل الملموسة كم هو مدهش عمق التشابهات في هذه الحالة . نحتاج لهذه الغاية مرة أخرى إلى خروج قصير عن الموضوع لكي نتعرف على الطريقة التي يتمكن العلماء بواسطتها اليوم من دراسة التبدلات البيولوجية والاختراعات التي تمكنت الحياة بمساعدتها قبل ٥٠٠ مليون من احتلال اليابسة .

نستطيع ان نتطرق في ذلك من الحرة الموجودة لدى الداية (القابلة) بأن المولود المكتسبي بالشعر بصورة بارزة يكون على الأرجح مولوداً قبل الأوان أي إنه غير مكتمل بعد . هذه الملاحظة صحيحة فعلاً . وهي تعود إلى أن كل حيز شري يكتسي في حوالي الشهر الرابع من الحمل نفوة حقيقية كثيفة من الشعر غير ان هذه النفوة تختفي ثانية قبل موعد الولادة النظامي . أي معنى يمكن أن يكون لمثل هذه النفوة التي لا تبقى موحدة إلا في أثناء فترة التطور في رحم الأم حيث تكون حلالها الحماية ضد البرد غير ضرورية ؟

إن هذه النفوة التي حملها جميعاً لفترة مؤقتة قبل ولادتنا ما هي إلا «ذكرى» جياتنا الوراثية عن الوقت الذي مضى عليه نضع عشرات من ملايين السنين حيث كان جسدنا لم يصل بعد إلى مستوى الإنسان وكانت له في الحالة العادية نفوة . عندما تنطور خلال أشهر الحمل الطويلة من البويضة الملقحة حتى الطفل القادر على الحياة «تعرف» عوامل التعطيل والتنشيط على عتبة مفاتيح حيناتنا (أو على فهرس حيناتنا) لكي تمكن نواتج انقسام البويضة الحاصل بتسلسل زمني معقد ومسق من أن تأخذ الترتيب المكاني الصحيح بشكل تنتج معه جميع أنواع الخلايا الكثيرة المختلفة التي يتألف منها جسمنا . إن هذه العوامل المجهولة التي «تعرف هذه المعروفة» تنصرف في أثنائها كتلميذ المدرسة الذي يردد قصيدة من الشعر وكلما نلأ يصطر إلى أن يعود إلى البداية وإلا فلا يستطيع المتابعة على الإطلاق . كذلك هو الأمر عند نشوئنا فلن نضع فوراً المفاتيح الحسية التي تعطي المقطع الأخير من المعروفة ، أي التي تنتج فوراً جسماً بشرياً . وكأن هذا الأمر - كما هو الحال عند تلميذ المدرسة - لا يتم بنجاح إلا عندما تعزف قبلئذ بسرعة جميع المقاطع الأخرى . هكذا يحصل الأمر معنا . إننا نمر في هذا الوقت من تطورنا الجنيني عبر جميع مخططات البناء الماضية لأسلافنا .

عما لا شك فيه أن هذا لا يحصل بدون فحوات ومع مراعاة جميع التفاصيل الدقيقة وإنما سطحية ويسرعة . غير أننا على كل حال يكون لنا جميعنا دب في الأسابيع الأولى من الحمل ، ذنب يمتد قبل الولادة بمدة طويلة تاركاً أثراً واضحاً (العصص) كما أنه يكون لنا في مرحلة عابرة غلاصم ، وهي تمثل ذكرى من سلسلة أسلافنا التي تؤدي عبر الحالة القردية ثم عبر نوع من الفواصم إلى الحالة البرمائية وأخيراً إلى البحار الأولى . صحيح ان غلاصم الجنين الشري لا تتشكل إلا بشكل ابتدائي وعابر ولا تتطور إلى

الحد الذي تصبح فيه قادرة على العمل . غير ان ذكرى الجينات في هذا الموقع تعود بعباً إلى الماضي السحيق لدرجة أن هذه الغلاصم الجينية تكون محاطة بشبكة من الأوعية الدموية الدقيقة التي تقوم لدى سكان البحار بمهمة تخليص الماء المار عبر الغلاصم الأوكسجين الموجود فيه .

هناك ذكرى أخرى توثق تاريخ نشوئنا وهي الموقع الذي تتخذة عيننا في بداية ربي نهاية فترة الحمل . في المقطع الأول من هذه المرحلة التطورية تكونان على جانبي الرأس بما يتناسب مع مراحل تطورية حيوانية قديمة . ثم تنتقل بعدئذ في وقت لاحق من الفترة الجينية إلى الأمام لكي تكن الكائنات العليا وعلى الأخص الإنسان من الرؤية الفراغية الثلاثية الأبعاد .

من الطبيعي أننا لا نكون في أية لحظة من تطورنا الجنيني مثلاً سمكة أو نوع من الزواحف أو حيوان فروي أو ما شابه وإنما نكون انساناً خلال الصيرورة . أما أن نكون قد انحدرنا عن أصول حيوانية وأن نكون لنا صلات قربى مع جميع الحيوانات فهذه أمور تبرهن عليها هذه الذكريات لحينانتنا صورة لا لس فيها .

لكن مهما كانت هذه الذكريات الجينية لدى الإنسان هامة فهي لا تفيد العلماء بأي شيء لأن التشكلات الأولية هنا سطحية إلى درجة لا يمكن معها تكوين أفكار حول الطريقة التي مذ بها أسلافنا بيولوجياً الخروج من الماء إلى اليابسة . من حسن الحظ أن هذا الإرغام على التكرار المختصر ، الذي يكرر فيه الفرد خلال نشوئه تاريخ نشوء نوعه بكامله - على الأقل بصيغة أولية - لا يحصل لدى الإنسان وحده . بل يوجد من حسن الحظ بعض الحالات التي لم يرل يحصل فيها حتى اليوم هذا الانتقال من الحياة في الماء إلى الحياة على اليابسة بصورة ملموسة في إطار تطور الفرد الواحد

أشهر مثال على ذلك هو الصمدع . يقضي هذا الحيوان ، كما نعلم جميعنا ، المرحلة الأولى من حياته كشرغوف سابح في الماء حتى يتحول بعد مدة محددة وراثياً تبلغ حوالي ١٢ إلى ١٥ شهراً إلى ضفدع كامل يعيش في البر . بناء على ذلك فإن كل ضفدع منفرد ينحز خلال سنة واحدة عمليات التحول التي احتاحت الطبيعة لإنجازها في حينها ما لا يقل عن ٥٠ أو ربما ١٠٠ مليون سنة . بعد أن تكون قد تعلمنا الدرس تسير الأمور بالطبع بصورة أسرع . تجيد جينات الضفدع تنفيذ المهمة بمهارة عالية إلى درجة أن هذا الحيوان يستطيع أن يعيد أمام أعين العلماء بالحركة السريعة جميع المشاهد التي حصلت آنذاك . إذا ما تتبعنا الخطوات المنفردة لعملية التبدل البيولوجي التي تحول هنا أمام أعيننا هذا الحيوان من حيوان مائي إلى حيوان بري ، عندئذ تظهر لنا التشابهات مع التكنولوجيا الفضائية بصورة جلية لأن المشاكل المتشابهة تقود إلى حلول متشابهة بغض النظر عن المجال الذي تتعلق فيه .

يمكن أحد هذه الحلول بصورة واضحة في أن المسافر يأخذ معه ، بقدر ما هو ممكن ، الشروط البيولوجية الضرورية للبقاء إلى المكان الجديد الذي يذهب إليه . من المعلوم أن قسماً كبيراً من الجهود التكنولوجية المبذولة في بحوث الرحلات الفضائية يتركز على تأمين الشروط البيولوجية لعادية (بالنسبة للإنسان) في المركبة المأهولة وفي مقدمة هذه الشروط وأهمها توفير الأوكسجين بصورة مستمرة . إنه لأمر يهز المشاعر أن تمتح عيوننا دراسة التحولات التي يمر بها الضفدع خلال عملية صيرورته

على حقيقة أن الطبيعة قد اتبعت نفس الحل قبل مئات كثيرة من ملايين السنين . كذلك كان الأمر آنذاك حيث تبين أن أسهل طريقة لحل المشكلة هي أن يأخذ معه المعادر إلى اليابسة بكل بساطة المادة أو الوسط الذي شأت فيه جميع أشكال الحياة الا وهو الماء . كانت المقدمة الأولى لتحقيق ذلك هي تطوير جلد يمنع التسخر . إن الشرغوف يحف سرعة كبيرة عند تعرضه للهواء الطلق . أما الضفدع فلا يتضايق من العيش معرضاً للهواء لأنه اكتسب خلال تحوله حلاًداً يحتفظ بماء جسمه كما تحتفظ الملابس الفضائية التي يرتديها رواد الفضاء على سطح القمر بالأكسجين الضروري للحياة .

غير ان التصرف بهذا الماء القليل المحمول بهذه الطريقة إلى اليابسة يجب أن يكون مقتصداً إلى أقصى الحدود . على هذا الأساس تظهر مشكلة جديدة كانت تبدو وكأنها غير قابلة للحل هي مشكلة الإطراح . يستطيع الكائن المقيم في الماء أن يطرح نواتج التفكك الغذائي وغيرها من نفايات التمثيل العصوي الأخرى فور نشوئها في جسمه . يتوفر لديه لتحقيق هذا الغرض كميات لا محدودة من الماء . عبر أن مثل هذا الهدر للماء لم يعد مقبولاً على اليابسة . أين المخرج ؟

يتم التوصل إلى هذا المخرج في علوم الفضاء بواسطة ما يسمى «متابعة المعالجة» . من المعلوم أن المصير يعملون منذ زمن طويل على تطوير طرق لحل مشكلة النفايات في الرحلات الفضائية الطويلة . لا يتعلق الأمر لدى هذه النفايات المشكّلة في المركبة الفضائية المعزولة في الفضاء ببقايا الطعام والمواد المستهلكة الأخرى وحسب وإنما قبل كل شيء بما تطرحه أحسام الرواد من فضلات . هذا أيضاً لا يمكن الاستعانة عن الفضلات ورميها ببساطة «من النافذة» ، لأنها تحتوي على كثير من الماء الذي لا يمكن تعويضه . لذلك يفكر الفنيون في أن يركزوا قدر الامكان الفضلات التي يجب التخلص منها بأن يسحبوا منها قبل رميها خارجاً أكثر قدر ممكن من الماء ، الذي يستخدم ثانية بعد معالته .

واجهت الطبيعة المهمة الماثلة بطريقة مشابهة غير أن وسائل الطبيعة كانت بيولوجية . الناتج النهائي (الغاية) السودجي لدى تمكيك الروتينات من قبل الكائنات البحرية هو الأمونياك . أن تكون هذه المادة سامة فهذا أمر لا يقلق الشراغيف لأنها تطرحها فور نشوئها . أما الضفدع فلا يستطيع التمتع بهذا الرفاه . لذلك تنشأ لدى الشرعوف في أثناء عملية التحول انزعاجات جديدة تقوم بمتابعة معالجة الأمونياك : إنها تتابع تمكيكه إلى مادة البولة النموجية لدى جميع الكائنات الربة تقريباً . هذه المادة لم تعد سامة ويمكن طرحها من وقت إلى آخر بتركيز عال نسبياً مع فقدان كميات قليلة من السوائل . لقد تم لاحقاً تطوير هذا المبدأ ، مبدأ تركيز النواتج المطروحة المقتصد في استهلاك الماء إلى أقصى الحدود في كلية الكائنات ذات الحرارة الثابتة . إنها ليست مصادفة أن تكون كلانا بعد الملع هي الأعضاء التي تستهلك أكبر كمية من الأكسجين ، وأن نشاهد تحت المجهر أن خلايا الكلية غنية بصورة خاصة بالجسيمات الكوندرية . إن العمل الذي تنجزه بلا توقف هائل .

تستقل كلانا يومياً حوالي ١٥٠ ليتراً من «البول الأولي» الذي ينتقل من الدم إلى الكلية لتصفيته . نحتاج إذن إلى هذه الكمية الكبيرة من السوائل لكي نقوم بحل الفضلات المشكّلة يوبياً في أجسامنا ولنقلها من الدورة الدموية إلى الكليتين . لتصور ما تعنيه حاجتنا إلى هذه الكمية الكبيرة من السوائل .

غير أن كلانا لحس الخط نستطيع تركيز هذا البول الأولي عن طريق إعادة امتصاصه . أي إنها ، بتعبير أبسط ، تتمكن من تصفيته وتركيزه إلى درجة أن ٩٠ بالمائة من الماء الذي يحتويه يعود مرة أخرى إلى الدم . لهذا السبب نكتفي في النهاية بحوالي لتر واحد من الماء يومياً لكي نتخلص من جميع فضلات التمثيل العصوي السامة

إن الحياة على اليابسة هي ، كما نرى ، مصنية ومكلفة . لذلك نطرح السؤال مرة أخرى . لماذا إذن خرجت الحياة من الماء ؟ كلما تعمقنا في التفكير هذه المسألة ، كلما بدت لنا هذه الخطوة التطورية غامضة للوهلة الأولى . ألا يبدو هذا الأمر تماماً وكأنه يوحد في هذا المحال أيضاً تشابه مع الجهود التي نبذلها اليوم هدف واحد وحيد ، لكي نزور أجراماً سماوية لا نستطيع العيش عليها إلا لفترات قصيرة جداً ونحت حماية تجهيزات تقنية باهظة التكاليف ؟

أليس من الصعب أيضاً في حالة الحوث الفضائية إيجاد جواب مطلق عقلاي على السؤال حول الهدف من كل هذه المشاريع ؟ أي إيجاد تعليل مقنع لهذا اللاتناسب بين التكاليف الهائلة برقم فلكي وبين محدودية ما يمكن تحقيقه عملياً في أحسن الأحوال ؟

إذا أردنا أن نفهم العلاقات القائمة هنا ونجد الأجوبة على تساؤلاتنا يتوجب علينا أولاً أن نتعرف على احتراع اخر قامت به الطبيعة الحية ترتب أيضاً على الخروج من الماء . إنه احتراع الحرارة الثابتة في الجسم . يستحق التعرف على هذا المبدأ الحديد تماماً وعلى حلقياته فصلاً مستقلاً ، لأن أسبابه ونتائجه هي أكثر أهمية مما قد يبدو للمرء في اللحظة الأولى .

\* \* \*

## القسم الرابع

### اختراع الدم الحافي، ونشوء «الوعي»

#### ١٨. ليالي الديناصور الساكنة

كان العيش في الماء مرفهاً إلى حد ما . كان الماء يحمل كل ما فيه من كائنات وهذا ليس بالمعنى الحرفي وحسب . كانت الحياة منذ البدء قد استسلمت لمحيطها وتركته يحملها وسارت بذلك الأمور على أحسن ما يرام . وكانت الخلايا ، ثم في وقت لاحق ، الكائنات الأعلى قد تكيفت برضى مع الشروط التي قدمها لها محيطها

لم يكن ضوء الشمس منذ الأزل أو «بطبيعته» ملائماً للحياة . بل اضطرت الخلايا في البدء لأن تتحبيء زمناً طويلاً في الأعماق هرباً من قوته المدمرة . لكن التكيف مع هذه الأشعة التي لا مفر من وجودها عكس في النهاية العلاقة العدائية إلى علاقة إيجابية . في اللحظة التي تعلمت فيها الحياة استغلال هذه القوة كمصدر للطاقة شأ مقياس جديد . لم تعد الحياة تهرب أمام الضوء بل أصبحت تبحث عنه وتلاحقه . كنتيجة لذلك نشأت الآن تجهيزات حركية موجهة ضوئياً تمكن الحياة من استغلال كل مثقال ضئيل من ضوء الشمس .

حصلت نفس الحالة مع الأوكسجين الذي كانت الحياة قد أنتحته ووضعت في العلاف الجوي عن غير قصد . نشأت عن ذلك كارثة مؤقته راح صحتها عدد لا حصر له من أشكال الحياة التي كانت قد تكيفت مع خصائص محيطية أخرى . غير أن الحياة تمكنت في النهاية من التكيف مع هذا الخطر أيضاً . في هذه المرة أيضاً تم التكيف بمهارة ومحتاج لدرجة أن الأوكسجين أصبح منذ الآن يشكل جزءاً لا غنى عنه في هواء التنفس

كانت الأشكال التي تكيفت بواسطتها الحياة مع الخواص الفيزيائية لمحيطها السائل متعددة أيضاً . بما إنه على بعد قريب من الشاطئ يصبح الوصول إلى القاع غير ممكن فقد كانت أفضل طريقة لحل هذه المشكلة هي العموم بمطابقة الوزن النوعي للحسم مع الوزن النوعي للماء . لتحقيق هذا الهدف طورت

الحياة حويصلات تملأها بالغازات الخفيفة وفي مقدمتها الأوكسجين وتستطيع تنفيسها ونمحا كما تشاء .  
بذلك اخترعت أداة مدهشة للوم والغطس : خزان هوائي قابل للتعبير حسب الحاجة : يتيح الوم  
المريح في أعماق مختلفة .

من البديهي أنه كان يوجد أيضاً منذ البداية متخصصات قاعية ، أي أشكال تكيفت « العيش على  
القاع ، على الأرض الصلبة . وكان يوجد أيضاً عدد من العائدين : حيوانات عادت إلى الش عائمة في  
الماء بعد أن ملت العيش المتواصل في القاع لعدة ملايين من السنين . لم يزل بعض منها الروخاً مثلاً  
(الروخات نوع من أنواع سمك القرش) يعبر عن هذا التاريخ حتى اليوم ليس فقط بشكله سطح الناتج  
عن التماس مع الأرض وإنما وزنه الأثقل من الماء ، الأمر الذي يعتر غير عادي بالنسب للأسماك  
يعود السبب في ذلك إلى أن هذه السمكة تخلصت عن حويصلاتها الهوائية خلال عيشها متواصل لعدة  
ملايين من السنين على قاع البحر ، لأنها كانت سبب قوتها الدافعة نحو الأعلى قد أصبحت مرعجة .  
عندما قرر سمك الروخ العودة إلى الوم في الماء توجب عليه تطوير طريقة تمكنه من الحرك في هذا  
الوسط بسهولة في جميع الإتجاهات .

يوجد في علم التطور قانون يسمى قانون دولو- نسبة إلى العالم البلجيكي دولو- يقو ، إن العضو  
الذي تراجع نموه (ضم) مرة ما حلال عملية التطور لا يتشكل مجدداً أبداً حتى ولو أدى تبدل الظروف إلى  
جعله لازماً ومفيداً . لذلك تعلمت أسماك الروخ الطيران . إن هذه الحيوانات الغريبة تير فعلاً تحت  
الماء بأن تستخدم الأطراف الخارجية لجسمها المسطح كأجنحة تحركها باستمرار بطريقة انزائية متلوبة  
بحيث تنتقل الحركة على شكل موجة من الأمام إلى الخلف لا شك أنه طيران بسرعة فية لأن الماء  
أسماك من الهواء . لكن الروخ الذي يتوقف لحظة واحدة عن هز جسمه بالطريقة التي وسفاها يسقط  
فوراً إلى الأسفل .

بعد هذه المقدمات التاريخية وبعد مثل هذا المحاح في التكيف اللا مشروط سيكون م الطبيعي أن  
الحياة ستتابع بعد خروجها من الماء تطبيق نفس الوصفة . هنا أيضاً على اليابسة استحدثت الكائنات  
الحية النازحة إليها جميع قدرات التكيف المتوفرة لديها بأن خصعت للمشروط السائدة الغريبكي تحوّل ،  
كما حصل في المرات السابقة ، الضار إلى نافع . ولقد نجحت ها أيضاً بصورة مدهشة بواسطة طرق  
استحق عليها المخترع «تطور» كل التقدير .

غير أن هذا الاستعداد إلى الخصوع اللا مشروط للظروف السائدة أدى عى اليابسة إلى نتائج شديدة  
الغرابة هنا وجدت الحياة نفسها لأول مرة في محيط تعتبر التآرجحات الحرارية من خصائص الأساسية :  
تبدل حراري متواصل يحصل بإيقاع منتظم تبعاً لحدول الليل والنهار ويتنقل من حار إلى بارودس وارد إلى  
حار بدون توقف .

من البديهي أن هذه التآرجحات شملت سكان الأرض الخلد أيضاً . لكن هذا لم يَكْ يعني سوى  
أن نشاطها بدأ يخفض ليلاً ، عندما تغيب الشمس وتبدأ الأرض بالتبرد ، حتى يصل حبراً إلى أن  
الحيوانات تدخل في حالة اللا وعي بسبب الشلل الناتج عن البرد . من الممكن أن تكون الأور في المناطق

الاستوائية وفي الفصول الدافئة لم تصل في كل ليل إلى هذه الحالة المتطرفة . غير أن شدة الحيوية كانت حتى في هذه المناطق متبدلة . أما في المناطق البعيدة عن حط الاستواء نحو الشمال والجنوب فكانت الحياة «تتوقف» بتواتر متكرر كل ١٢ ساعة بسبب البرد في الليل .

كانت الحياة تنظفيء هنا كل مساء . كان سكوت المقابر يغمر غابات العظائيات كل ليل . كان الصياد يتوقف عن الصيد وكانت الفريسة تتوقف عن الهرب وكان الحائض يتوقف عن الأكل . بعد ذلك وفي صباح اليوم التالي عندما تظهر الشمس على قمة السماء ينتهي وقت «منع التجول» . لم نزل حتى اليوم نلاحظ هذه الحالة لدى الضب والسمندل وغيرها . يعود السبب في ذلك ، كما نعلم جميعا ، إلى أن هذه الحيوانات «باردة الدم» .

نود أن نشير بهذه المناسبة إلى أن هذا التعبير خاطيء من أسامه ويصعب بصورة لا لزوم لها فهم الطبيعة الحقيقية لهذه الظاهرة . إن هذه الحيوانات هي في الواقع ليست باردة بل إنها عدي الحرارة الذاتية وهذه هي النقطة الحاسمة . إنها تكتسب ببساطة وبسليية - كتعبير عن خضوعها التقليدي لشروط المحيط - الحرارة السائدة في محيطها . لذلك فإن التعبير العلمي «متبدلة الحرارة» يعبر بصورة أفضل عن الواقع . (يتعلق هذا المقطع بطريقة تعبير شائعة في اللغة الألمانية وقد لا ينطبق على اللغة العربية - المترجم) .

خلال مليارات السنين التي قضتها الحياة في الماء ظلت هذه المسألة بلا نتائج ملموسة لأن ثبات الحرارة المريح كان واحداً من خصائص النعيم الذي كان قائماً هناك . أما الآن فقد مضى هذا النعيم . ولذلك خضعت جميع أنواع الحياة في هذا المحيط الجديد دفعة واحدة إلى تبدل يومي من حالة النشاط إلى حالة الشلل ، أو الموت الظاهري .

خلال الحقبة الزمنية الطويلة التي امتدت من لحظة خروج البرمائيات الأولى من الماء وحتى نهاية عصر العظائيات أرغمت الأرض بسبب دورانها جميع الكائنات الحية الموجودة على القارات على الخضوع لهذا الإيقاع . كان كل هذا بدون أي معنى وبدون أية ميزة بيولوجية ولم تكن له أية فائدة بالنسبة للتقدم التطوري . كان ببساطة نتيجة حتمية لحقيقة أن سرعة جميع التفاعلات الكيميائية تتناقص مع انخفاض درجة الحرارة حتى يصبح التمثيل العضوي الفعال تحت حد معين من الحرارة غير ممكن بسبب البطء الشديد في حصول التفاعلات . ظلت الأمور على اليابسة على هذا المنوال ٣٠٠ مليون سنة .

هل هذا هو السبب الذي يجعلنا ننس كل مساء ؟ لم يتمكن البيولوجيون حتى اليوم رغم كل الجهود المبذولة من إيجاد سبب واضح أو تعليل مقنع لكوننا نضطر إلى النوم كل يوم . حسب معارفنا الحالية لا توجد ضرورة بيولوجية للنوم . أليس ملفتاً للانتباه أن الكائنات البحرية لا تنام ؟ طالما أننا ، مع جميع الكائنات الحية البرية الكثيرة الأخرى ، نستغرق كل ليل في نوم عميق نفقد فيه وعياً فقد يكون هذا ذكرى لمورثاتنا (الجينات) عن الطريقة الغريبة التي كانت العظائيات مرغمة على قضاء ليلاليه فيها . إن عادة استمرت ٣٠٠ مليون سنة لا تموت بهذه السرعة .

من كل هذه العصور الطويلة من الزمن لم «تدرك» تلك الحيوانات البرية إذن سوى النصف ، لأنها



كانت خلال النصف الثاني ترقد في حالة اللا وعي . من المرجح أن هذا لم يكن ضاراً . ولو كان الأمر غير ذلك لا تحمل التطور هذا الإيقاع الغريب كل هذه المدة الطويلة . صحيح أن جميع تلك الكائنات كانت تصبح لوقت معين مشلولة الحركة ، لكن هذه الحالة كانت تنطبق عليها جميعها ولذلك لم يشكل أي منها خطراً على الآخر خلال هذا الوقت . لم يكن أي منها متميزاً أو متضرراً . كان الشلل يشمل الجميع في آن واحد .

غير أن هذا الوصف تغير فجأة عندما ظهرت في نهاية تلك الحقبة كائنات جديدة فقارية كانت صدفة التطفر قد مسحها خاصية انقلاية جديدة ترتبت عليها تمعات حاسمة . أدت انزيمات جديدة ما أو دارة قصيرة ما في جسمها إلى أنها أخذت تحرق الغذاء ، الذي تلتهمه والمولد للطاقة ، بسرعة أكبر من اللازم . تحولت الطاقة الفائضة ، أي الطاقة التي لم يستهلكها نشاط هذه الحيوانات ، بالضرورة إلى حرارة وبدأت تسخن أجسامها .

على هذا المثال نستطيع أن نتعرف جيداً مرة أخرى على الطابع الكيفي اللاموحي للطفرات ، أي على طبيعة المادة التي يعتمد عليها التطور في اختراعاته . تصادف هنا إذن حرقاً لكمية زائدة من الغذاء ، وهذا أمر يبدو للوهلة الأولى بكل بداهة في منتهى اللا عقلانية . إنه يظهر وكأنه «طفرة سلبية» ذات نتائج صارة (محفضة لفرص البقاء) . نستطيع بالتأكيد أن نفترض أيضاً أن هذه الطفرات وغيرها من طفرات مشابهة قد حصلت قبل ذلك مراراً وتكراراً لكن الاصطفاء رفضها على أنها صارة . في الواقع العملي سارت الأمور بعد ذلك بشكل أن الحيوانات التي أصابها الطفرة أصبحت بحاجة إلى كميات أكبر من الغذاء وبالتالي أقل قدرة على المنافسة وكانت بالتالي أقل نجاحاً في تكاثرها وفي تربية صغارها . لهذا السبب يجب أن يكون هذا النموذج قد انقرض بعد عدد قليل من الأجيال .

غير أن الحكم على الطفرة ، عما إذا كانت مفيدة أم صارة ، عما إذا كانت تفيد المصاب بها أم تضره ، هذا أمر يقرره في نهاية المطاف المحيط . لقد منحت عملية حرق كميات زائدة من الغذاء ، التي بدت للوهلة الأولى عديمة المعنى ، بعد دعمها ببعض الظروف الأخرى ، عالم العطائيات وغيرها من الرواحف الأخرى ميزة هائلة . لقد قضى تسخين الجسم الناتج عنها على الشلل الليلي الذي كان يصيب جميع الكائنات الحية البرية منذ أزمان طويلة . ليس من الصعب أن يحزر النتائج التي ترسنت على هذا التبدل

ما من شخص إلا وتخيّل مرة ، أو يستطيع أن يتخيّل ، كيف ستكون الأمور لو غرق العالم بكامله في شلل شامل ، أي لو توقف الزمن وكان هو وحده يقطأ ومتحركاً . عندئذ ستكون الشوارع والبيوت مليئة «بالتماثيل الحية» : بشر تجمدوا في الوضعية التي هاجمهم النوم فيها لا حول لهم ولا قوة . إن تكرار هذه الصور دائماً في الأساطير والملاحم التي أبدعها العقل البشري يؤكد عمق جذور مثل هذه التخيلات في أدهاننا

لقد أصبح هذا الوضع الأسطوري بالنسبة لثابتات الحرارة الأولى في تاريخ الأرض آنذاك فجأة حقيقة واقعة . كانت تلك الحيوانات المحطوطة ، كما نعتقد اليوم ، نوعاً من الثدييات يشبه الفأر ذاك

متمبر دي قواطع نادرة . قام عالم المستحاثات الألماني والتر كوي مؤخراً بغربة أسامها الصغيرة (بطول ١ مم تقريباً) بصغر وحذر من بين أطنان من الرمال الصحراوية حيث كانت موجودة بين عظام الديناصور ولم يشه أحد إليها سبب صعرها

فتح الخلل الطاريء على التمثل العضوي لهذه القزيمات أمامها فجأة بعداً جديداً : الليل . لقد مكنتها حرارة جسمها من الدحول في عالم كان حتى الآن مغلقاً في وجه الحياة . يستطيع المرء أن يتصور كيف كان هؤلاء الصبية الصغار يتجمعون في الليالي المقمرة حول تلك الحيوانات العملاقة الواقفة كالتناثيل لا حراك لها والتي كانت قد سيطرت على الأرض بلا منازع لزمس طويل وكيف كانوا يقهقهون ويرعطون وهم يراقبونها . بذلك كان عصر سيادة العملاقة قد ولى .

لم يتأكد بعد عما إذا كانت هذه العثريات «الدافئة الدم» الأولى قد شاركت فعلاً بصورة مباشرة وفعالة في انقراض العظائيات الذي حصل بعد ذلك بوقت قصير . لكن الاحتمال وارد ومعقول لأن ما من أحد كان يستطيع منعها من التهام بيوص العظائيات التي ستكون فريسة سهلة في فترة الشلل الليلي . لكن وحتى لو لم تكن توحيد علاقة مباشرة مدموسة يبقى مقصداً أن الوضع الجديد سينهي سيادة الحجم الخالص .

سيصبح هنا أيضاً فهم الطبيعة الحقيقية للتقدم أيسر ، فيما لو انطلقنا من التعبير العلمي وليس من التعبير الشائع . إن تعبير «دافء الدم» لا يعبر عن الواقع بصورة صحيحة ، لأن «دافء» هو مفهوم نسبي . بالنسبة للحديد كانت العظائيات دافئة ايضاً . لذلك فإن التعبير الصحيح هو «ثابت الحرارة» وهذا هو الأمر الحاسم . (نشير مرة أخرى إلى أن الشرح هنا يتعلق بطريقة تعبير شائعة في اللغة الألمانية - المترجم) . لم تتحقق هذه الحالة بالتأكيد دفعة واحدة . لا بد أن حرارة جسم الأجيال الأولى من ثنائيات الحرارة كانت تتأرجح كما هو الأمر حتى اليوم لدى بعض الثدييات البدائية (مثلاً الحيوانات الجحرية - التي لها حراب أو كيس - الاسترالية)

كانت النقطة الحاسمة إذن في محمل الموضوع هي القدرة على المحافظة على حرارة ذاتية ثابتة للجسم . صحيح أن هذا الوضع يكلف مزيداً من الطاقة لكن الأوكسجين الذي اصبح الآن متوفراً بوفرة كان يؤمن هذه الطاقة بمقادير كافية وكان ، فوق ذلك ، مردود هذه الكلمة الزائدة عالياً . لأول مرة بعد ٣٠٠ مليون سنة أصبحت الحياة في صدد التحرر من نير الخضوع للتقلبات الحرارية في محيطها . سيتبر لنا أن أهمية هذه القدرة الجديدة هي أكبر بكثير مما تبدو عليه للوهلة الأولى . إن الحرارة الثابتة لا تسلم الكائن الحي مفاتيح الليل وحسب بل إن الأبواب التي تفتحها أوسع من ذلك بكثير . إن احتراع الدم الدافء يلعب في تاريخ الحياة الأرضية دور حدث مهم باتجاه الاستقلال . لقد بدأت الحياة تتخلص من تبعيتها للمحيط ، أي أخذت «تستقل» عن محيطها . لقد حدث وكأنها قد رفضت بعد الآن أن تخضع سيطرة وسلية إلى جميع التغيرات التي تحصل في محيطها .

سوف لن تظهر لنا الأهمية الانقلابية لهذه الخطوة بصورة كاملة إلا بعد أن ستعرض النتائج التي ترتبت عليها . لقد سبق ورأينا على بعض الأمثلة أن لدى الطبيعة على ما يبدو ميولاً تكرررها على مستويات

مختلفة من التطور . يشأ دائماً لدى هذا التكرار «شيء حديد» غالباً غير منظور مسبقاً لدرجة أنه ليس من السهل الاكتشاف أن الأمر يتعلق بتكرار لمبدأ سبق وظهر بشكل آخر في مرحلة أسبق .  
واحد من هذه المبادئ التي تعرفنا عليها هو مبدأ الميل إلى «الإتحاد التعاوني» ، أي المبدأ التطوري الذي يقوم على جمع الوحدات الأساسية الموجودة في مرحلة تطورية قائمة وتركيب وحدات جديدة منها تشكل المواد الأولية لمرحلة تالية أعلى .

هذا ما حصل لدى تجمع ذرات الهيدروجين مشكلة السجوم التي تشكلت فيها العناصر الأساسية عن طريق إتحاد نوى ذرات الهيدروجين ، ومن إتحاد هذه العناصر تشكلت الروابط الكيميائية التي تعقدت عبر اتحادات متتالية مشكلة مختلف المواد والمركبات . ومن الخلايا البدئية المتخصصة العديدة النواة تشكلت ، عن طريق الإتحاد التعاوني ، خلايا أعلى مجهزة بعضيات شكلت بدورها منعضيات كثيرة الخلايا قادرة على الحياة كوحدة مفردة مستقلة . يستطيع المرء في الواقع بواسطة تأثيرات هذا الميل إلى «الإتحاد التعاوني» أن يروي كامل التاريخ الذي سار بتواصل لا انقطاع فيه من ذرة الهيدروجين إلى الكائن البشري ، إلينا أنفسنا

عبر أن هذا الميل هو ليس الميل الوحيد الموجود في الطبيعة . تكمن الأهمية الكبرى في اختراع الدم الدافئ بالنسبة لتسلسل أفكارنا في أنها تبهنا إلى ميل آخر لدى التاريخ ، إلى ميل أصبحنا الآن لاحقاً قادرين على اكتشاف وجوده وتأثيراته في مراحل أسبق من مراحل التطور وإن كانت هذه التأثيرات هناك أقل بروزاً . إنه الميل إلى تحقيق الذات المستقلة ، إلى وضع الحدود المتميزة ، إلى الاستقلال عن المحيط .  
ستطيع ، إذا ما أردنا ، أن نلاحظ هذا الميل في شكله العام حتى في المراحل الأولى من التطور اللا عضوي . نلاحظه مثلاً هناك في الأحرام السايوية الكثيرة الأولى التي تشكلت جميعها بسبب التجاذب من غيمة متجانسة من الهيدروجين وبدأت تتكثف وتستقل بحيث أصبح لكل منها منذ الآن تاريخ خاص بها . كما نلاحظه أيضاً في شئو عدد قليل من الروابط الكيميائية الأولى على سطح الأرض الفتية نتيجة لبعض الظروف المتميزة (مؤثر يوري مثلاً) ، التي بدأت تفصل عن الموضي الشاملة السائدة في الخليطة الكيفية لجميع الحزينات الأخرى لكي تنتج لاحقاً البنى الحية الأولى .

يرر هذا المبدأ بصورة خاصة وجلية عند تشكل الخلية . إن الخلية هي بالمعنى العميق التحسيد الخالص لهذا المبدأ من الاستقلال عن المحيط . كما إن الحياة ، كما يؤكد مثال الخلية ، غير ممكنة على الإطلاق بدون هذه الاستقلالية ، أي بدون رسم الحدود الواضحة المتميزة حولها . يؤكد عزل مجموعة البروتينات النووية دون س بواسطة العشاء النصف نفوذ الذي يمثل الخطوة الأولى نحو الخلية ، يؤكد حقيقة لا جدال فيها وهي أن فقط المنظومات المغلقة (نسبياً) قادرة على الحياة ، لأن اتمثل العضوي النظامي ، لأسباب لسنا بحاجة إلى ذكرها ، ليس ممكناً إلا إذا كانت العمليات الكيميائية التي يتألف منها معرولة عن التأثيرات المباشرة للعمليات التي تحصل في محيطها .

على هذا الأساس وقمت الحياة منذ اللحظة الأولى في مجابهة معينة مع المحيط مما جعلها تسمى إلى الاستقلال عنه كي تتمكن من بناء ذاتها معتمدة على نفسها . غير أن هذا الانفصال المبدئي الضروري

يجعل من الضروري أيضاً إقامة قنوات إتصال ثانوية خاصة للتحكم تتيح التصرف الحروالإختيار دون أن نحد بأشكال جديدة من التوعية من الدرجة الاستقلالية المتحققة بعد جهود مصيبة . من هنا نشأت الحواس الموجودة حتى لدى أبسط الكائنات الحية «المتحسسة بالإثارات» لكي تقيم نوعاً من الإتصال المقنن اللازم مع المحيط . فقط عندما نراعي هذه الناحية تصبح وظائف الحواس مفهومة .

أود هنا أن أعر عن الاعتقاد أننا لا نستطيع فهم سبب «الخروج من الماء» ، أي السبب الذي جعل الحياة تقوم بالانتقال الشاق والمليء بالمخاطر من الماء إلى اليابسة ، إلا عندما ننظر إلى هذه الخطوة على أنها تعبير عن نفس الميل في مرحلة أعلى من مراحل التطور . من هذا المنطلق يصبح معقولاً ما بدا لنا غير منطقي وغير هادف . لأننا إذا ما انطلقنا من هذه الفرضية نستطيع ان نفتتح أن الوضع المريح للحياة في الماء هو الذي يجب أن يكون قد أدى إلى هذه الخطوة .

إن الأوضاع الخنانية المتنعة ما هي إلا الظروف التي تكون فيها الذات منسجمة اسجماً تاماً مع شروط المحيط . وهذا هو دائماً من الاطمئنان الذي يستسلم فيه الفرد بسلبية إلى محيطه بحيث يترك نفسه محمولاً بأيقاعاته . من هذا المنظار يزول العجب من الحين الأبدي إلى الماضي ، من أن الحياة في الماضي كانت أكثر رغباً وأكثر نعيماً . إنها ذكرى عن مرحلة بدائية من التطور حيث كان الفردي غنى عن أن يبذل الجهد كي يحمل داته وكي يمسك زمام أقداره بيده .

من الطبيعى انني أعرف كغيري أنه لم يكن يوجد آنذاك ، في زمن المحاولات الأولى للخروج إلى اليابسة ، هناك في الخارج (على اليابسة) أي مافسين : ما من أحد يستطيع أن ينكر أن هذه الحالة كانت تعني ميرة لا تقدر شمن بالنسة للرمائيات والأسالك الرئوية الأولى . لقد كانت أيضاً بحاجة ماسة إليها . لكن التجربة رغم ذلك كانت خطيرة بما فيه الكفاية . إن ما أجادل فيه هو أن يكون ممكناً تقديم البرهان على أن اعدام المنافسة (الذي كان في كل الأحوال لمرحلة عابرة فقط) يكفي للقول إنه وحده كمييزة يعادل جميع الأخطار والمساءات والجهود الهائلة اللازمة لتعديل عدد كبير من التصاميم والتجهيزات البيولوجية التي تطلبها هذا الانتقال .

إن ما بدا للحظة الأولى عديم المعنى وغير هادف يظهر بعدئذ بصورة خاصة من منظور مختلف تماماً عندما نأخذ الخطوات اللاحقة بعين الاعتبار . في هذه المرة أيضاً نتجت عن الطرد من الحنة القدرة على اكتساب المعرفة . لسنا بحاجة إلى التعليل بأن الحياة في الماء لم تكن لتؤدي أبداً إلى اختراع الدم الدافئ . إن طفرة أدت إلى حرق غير عقلاني للغذاء وبالتالي إلى فائض حراري كان سيتم اصطفاؤها في هذا الوسط حتماً وبدون استثناء على أنها صارة . وهكذا فإن الحرارة الثابتة ، أي الخطوة إلى المحافظة على حرارة ذاتية ثابتة للجسم ، هي من المنظور التاريخي نتيجة لاحتلال اليابسة بما فيها من تقلبات حرارية متكررة تسببها عوامل كونية مختلفة .

غير أن هذا الثبات الحراري هو بدوره مقدمة لا غنى عنها لتحقيق مبدأ الاستقلال ، «الانفصال» ، على مستوى أعلى ، أو على أعلى مستوى بلغة التطور - على الأرض على الأقل - حتى الآن على الإطلاق : إن ثبات الحرارة الذاتية للجسم هو مقدمة أساسية لتطوير القدرة على التجريد ، التي تمثل الشكل الأقصى

لـ «الاستقلال عن المحيط» ، الذي جعل النظرة الموضوعية إلى هذا المحيط ممكنة .  
لا نحتاج لكي نفهم هذه العلاقة إلا أن نفكر قليلاً بمقدار التراجع الذي يصيب قدرتنا على تقدير الزمن عندما نصاب بحمى مرضية ، أي عندما نعاني من «حرارة مرتفعة» . إن تقدير الزمن الموضوعي الذي يستغرقه حَدَثٌ في محيطنا يتطلب ثبات الشروط «الداخلية» لدينا كـ «أساس للقياس» . غير أن هذا الثبات ليس ممكناً إلا إذا كانت المتعضية الحية مستقلة . طالما كانت العمليات الحاصلة في محيط المتعضية تنعكس على المتعضية معاناة وآلاماً كان «الإدراك الموضوعي» غير ممكن . بمقياس ينخفض هو نفسه لتقلبات الحرارة لا يستطيع أن نتبين تقلبات الحرارة في المحيط ولا نستطيع قياسها بأي حال .

لهذا السبب يعتبر ثبات الحرارة الذاتية واحداً من الشروط الأساسية الجوهرية للقدرة على التعامل الموضوعي مع العالم الذي يتحقق (التعامل) بشكله الأعلى في مرحلة القدرة على التجريد . من هذا المنظور يتضح لنا أنها ليست مصادفة أن يتواجد المركز الذي ينظم حرارة جسمنا في أقدم جزء من دماغنا . ينطبق هذا أيضاً على نظام تحكم آخر موجود لدى المتعضيات الأعلى يؤكد تاريخ تطوره هذه العلاقات بصورة واضحة أيضاً. بما أن تاريخه يُبرر بوضوح مبدأ الاستقلالية التنمائية ، أي التمايز الإنصالي ، عن المحيط بخطوات ملموسة متتالية فإنه يستطيع أن يؤيد الفرضية المطروحة هنا بصورة مقنعة . إنه يتعلق بتاريخ الحكاية الأسطورية المثيرة ، حكاية «العين الثالثة» . تحتوي هذه الحكاية أيضاً ، شأنها شأن جميع الأساطير الأخرى ، على شيء من الحقيقة . لقد وُجدت العين الثالثة فعلاً وهي لم تزل موحودة حتى اليوم لدى بعض الحيوانات في شكل متحول جزئياً . لكنه لم يكن لهذه العين في أي وقت أية علاقة مع أية قوى فوق طبيعية بل كانت وظيفتها في الأصل إقامة علاقة مع المحيط .

إن قدم هذه العلاقة هو بدون شك السبب في أن هذا العضو لم يوجد إلا لدى الأسماك والرممايات والزواحف ، ولم يزل يوجد في بعض الحالات حتى اليوم . منذ الانتقال إلى ثنائيات الحرارة ، أي إلى الثدييات والطيور ، لم تعد هذه العين موجودة . غير أنها لم تختف ببساطة لدى هذه العائلات الحيوانية وإنما تحولت وتابعت تطورها بطريقة مثيرة وغنية بالعبر .

لقد نبّه العالم الألماني كارل فون فريش قبل عشرات السنين إلى الثقب أو القنوات الغريبة المتميزة التي كانت موجودة في سقف الجمجمة لزواحف منقرضة . كان وضعها وشكلها يدفعان إلى الظن أنها كانت في حياة هذه الحيوانات تحتوي عضواً يشبه العين كان قريباً من الدماغ وكان متجهاً نحو الأعلى ، أي نحو السماء .

لم يتمكن العلماء آنذاك أن يجدوا وظائف محتملة لعين في هذا الموقع من الجمجمة . غير أنهم بعد ما تنبهوا إلى وجودها وبدأوا التعمق في البحث اكتشفوا بسرعة أنها لم تزل موجودة أيضاً لدى بعض أنواع الزواحف التي لم تزل تعيش حتى اليوم .

لا يمكن رؤية هذه «العين القحفية» لدى هذه الحيوانات من الخارج إلا بعد تدقيق النظر أو بواسطة عدسة مكبرة حيث تظهر كحويصلة صغيرة فاتحة اللون في أعلى سطح الجمجمة . أما إذا ما درس المرء تركيبها تحت المحهر يكتشف أن هذا البروز الصغير هو عين صغيرة بدائية : عبارة عن حويصلة فارغة

فقاعة الشكل سطحها العلوي شفاف وبارز قليلاً فوق سطح القحف وأرصيتها مؤلفة من خلايا حساسة بالضوء تخرج منها ألياف عصبية تصل إلى الدماغ . صغيرة وبدائية التركيب لكنها بدون شك عين . ماذا يستطيع المرء أن يرى بعين تنظر دائماً متحمدة نحو الأعلى ؟ الجواب في منتهى البساطة : الشمس . إن العين القحفية للزواحف هي مجرد «مستقبلة ضوئية» متطورة . إن الرؤية بالمعنى الحقيقي للكلمة غير ممكن بواسطتها وغير مطلوبة أيضاً . غير أن بناءها يتيح بصورة رائعة التعرف على الطريق الذي سلكه التطور منطلقاً منها إلى «الرؤية» الحقيقية .

إن العين القحفية المتجهة نحو السماء توجه لدى الزواحف النشاط المتبدل تبعاً لإيقاع تنابع النهار والليل . هذا يعني أن هذه الحيوانات المتبدلة الحرارة قد توصلت على أي حال إلى أنها لم تكتف من حرارة محيطها بمجرد الاستفادة في تسخين جسمها . بل إن قنطرها العضوي يتراجع أوتوماتيكياً فوراً ما يعطي المتحسس الضوئي في قحف رأسها الإشارة بأن الشمس تميل إلى المغرب ، أي إن الليل يقترب مما يذر بالتالي باقتراب حصول تبرد لا مفر منه يجد على أي حال من متابعة النشاط بفعالية عالية .

قد تنبّه هذه الإشارة الضوئية ، علاوة على ذلك ، إلى حلول موعد العودة إلى المأوى ، أي تدفع إلى القيام برد فعل يؤدي إلى وقاية الحيوان من خطر السقوط في حالة الشلل الليلي قبل أن يتمكن من الوصول إلى مخبأ يدفع عنه خطر أعدائه . هناك بعض العلماء الذين يظنون فوق هذا أن هذا العضو يدفع إلى البحث العريزي عن موقع مظلل عندما تشتد حرارة الشمس إلى درجة قد تجعل الحيوان يسخن أكثر من اللازم

إن التبدلات التي طرأت على هذا العضو خلال عملية التطور الطويلة معبرة بصورة فائقة الأهمية . لقد اكتشفت هذه التعبيرات في السنين العشر الأخيرة لدى العديد من الأسماك . لم يجد لها هنا شبه مع العين . (يتوجب عند المقارنة أن نأخذ بعين الاعتبار أن السمكة الحالية تمثل متعضية أكثر تطوراً في كثير من الجوانب قياساً على الضب ، وإن كان نوعها قد بقي في الماء) .

يتعلق الأمر لدى الأسماك أيضاً بفقاعة صغيرة . غير أن جدارها لم يعد يتألف من خلايا تحسسية وإنما من خلايا غددية يوجد بينها عدد قليل فقط من الخلايا المنعردة المتحسسة بالضوء . علاوة على ذلك فقد غمى لدى الأسماك عظم الجمجمة وانغلق فوق هذا العضو . لكن هذه الحسية اللونية ضمرت بالضبط في هذا الموقع من السطح الخارجي بحيث تشكلت نقطة قحفية فاتحة اللون تسمح للضوء اختراقها . لقد تمت الرهبة أيضاً بواسطة العديد من التجارب على أن هذا الشكل الغددي لم يزل يتأثر بالضوء . يؤدي تسليط الضوء عليه لدى أنواع معينة من الأسماك إلى تغير لون السطح الخارجي للجلد بشكل يتطابق فيه مع مطهر المحيط . أن يكون هذا الرد التوسمي صادراً عن العين القحفية المتحولة إلى ما يشبه الغدة ، هذا ما برهنت عليه التجارب التي أجريت على أسماك عمياء . علاوة على ذلك هناك إحصاءات بأن الأمر هنا أيضاً يتعلق بتكييف نشاطات هذه الحيوانات بواسطة الإشارات الضوئية التي تستقبلها هذه الفقاعة الصغيرة تبعاً لدرجة الإضاءة الناتجة عن تبدل الأوقات والفصول .

إن هذا العضو موحود لدى الإنسان أيضاً . غير أنه لم يعد له هنا أي شيء مشترك مع العين ، بل

تحول نهائياً الى غدة . تشير الدراسات التشريحية والتاريخية التطورية بما لا يدع مجالاً للشك الى أن غدتنا النخامية قد تطورت خلال ملايين السنين عن العين القحفية للأسماك والزواحف . تؤيد المقارنة بين الوظائف هذه القرابة بصورة مقنعة .

صحيح أن وظيفة الغدة النخامية لم تتضح فعلياً بعد في كثير من النقاط . غير أنه من المؤكد أن هذا العضو لم يزل يقوم لدينا أيضاً بوظيفة توجه الإيقاعات الزمنية البعيدة المدى لجسمنا . لكن الأمر لدينا لم يعد يتعلق بإيقاعات تثيرها تغيرات المحيط بتوجب على جسمنا التكيف معها . بل إن ماتوجهه الغدة النخامية على ما يبدو هو الإيقاعات الداخلية المتعلقة بالنمو والبلوغ والشيخان . يمكن مثلاً أن تؤدي التهامات أو تورمات في هذه الغدة الى البلوغ المبكر . لقد بقي إذن لهذا العضو في الصيغة التي صار عليها لدى الإنسان وظيفة التنظيم الزمني (تحديد التوقيت) لعمليات جسمية معينة . غير أن إشارات التوجيه لم تعد لها تأتي من العالم الخارجي وإنما من داخل جسمنا ذاته .

عندما نجري مقارنة بين العين القحفية لدى الزواحف وبين الغدة النخامية لدى الإنسان وعندما نستعرض ، على ضوء الوضع الانتقالي الذي اتخذته نفس العضو لدى الأسماك المتطورة ، التطور الذي يربط تاريخياً بين الحالتين ، عندئذ نجد أمناً مثلاً ملموساً على الميل الى الاستقلال عن المحيط : لقد رُبِطت الزواحف سلبياً بواسطة عينها القحفية مع التغيرات الحاصلة دورياً في محيطها كما وأن هذه العين تمثل حبلاً للقطر . إنها تستمد نظام توقيتها الداخلي ببساطة من المحيط . على الطريق الى لاسان تنغلق هذه النافذة على العالم الخارجي . لقد انقطع جبل القطر . لقد حافظ هذا العضو حقاً على وظيفته في تنسيق توقيت التطورات الجسمية لكن مصدر النبضات الموجهة أصبح الآن في الجسم ذاته .

قد تكون الفتححات الموجودة بين مفاصل الجمجمة لدى الرضيع هي أيضاً ذكرى لجيناتنا عن ذاك الزمن الواقع بعيداً في الماضي السحيق والذي كانت فيه غدتنا النخامية لدى أسلافنا الأوتار لم تزال عبارة عن متحسس للضوء ، أي عضواً يتمكن الضوء من الوصول اليه . أما اليوم فقد أصبح بحق دلالة على النضج عندما تنغلق هذه النوافذ في جمجمة الانسان الفتي نهائياً وفي وقت مبكر .

## ١٩. برامج من العصر الحجري

يستطيع الطبيب أن يخدر المريض ، أي أن يجعله يفقد الوعي والإحساس دون أن يموت ، فقط لأن الأجزاء المختلفة من دماغنا تتحسس التأثير الشللي للمادة المخدرة بدرجات متفاوتة . لذلك كان التخدير التقليدي القديم عن طريق استنشاق الأثير يحصل على مراحل محددة متتالية ، الأمر الذي يستطيع أن يؤكد كل من كان سبيء الحظ وخُدر بهذه الطريقة التي مر عليها الزمن .

يحصل التخدير الكلاسيكي على مراحل نتيجة للقاعدة التي تنطبق على الدماغ أيضاً والقائلة إن الأدوات أو الأجهزة الجديدة و«الحديثة» وبالتالي الأكثر تطوراً تكون معرضة للتعطل أكثر من تلك القديمة الأقل تعقيداً وبالتالي الأكثر تحملاً للصدمات . (إن صاروخاً حديثاً من طراز ساتورن أكثر تعرضاً للتعطل والخلل بسبب المؤثرات الخارجية من سيارة مرسيدس عادية من طراز قديم) .

في حالة الشلل الاصطناعي للدماغ عن طريق التخدير يحصل التأثير بشكل أن أول ما يغيب هو الوعي . وهذه هي بدون شك الوظيفة الحديثة والأخيرة التي اكتسبها هذا العضو المعقد خلال عملية التطور التاريخي . ليس هناك إذن ما يبعث على العجب أن يكون الجزء الذي يؤدي هذه الوظيفة أقل الأجزاء قدرة على المقاومة لتأثير المادة المخدرة .

كان الاحساس الأخير الذي يحل لدى المريض ، المخدر بالطريقة القديمة ، قبل أن يفقد الوعي هو الشعور بالخوف الشديد أو الدخول في حالة من الذعر . ولذلك يبدأ فور دخوله في حالة فقدان الوعي بالتخبط والتلبيط وفي بعض الظروف بالصراخ بصوت عال . هذه المرحلة الهستيرية هي السبب الذي يجعل الطبيب يربط ذراعي ورجلي المريض قبل البدء بالتخدير .

إن المريض ذاته لا يلاحظ أي شيء من غضبه الوحشي لأن وعيه يكون قد غاب وبالتالي قدرته على الحكم على الهدف من الوضع الذي هو فيه . إن مخه ، أي الجزء الأعلى وفي نفس الوقت الأكبر من الدماغ



البشري ، يكون مشلولاً . في هذه «الحالة الطارئة» يتسلم القيادة المقطع التالي الأدنى من الدماغ : المخيخ . المخيخ هو جزء أقدم وهو موجود حتى لدى الأسماك والزواحف بشكله المكتمل . أقدم وأقل تعقيداً وبالتالي أكثر قدرة على المقاومة ولذلك لم يزل يعمل . تتمركز في هذا الجزء الغرائز والدوافع المخزنة هناك كأفعال انعكاسية جاهزة موروثه لكي يحصل رد الفعل المناسب على إثارات المحيط اوتوماتيكياً . لدى الانسان الناضج الذي يستطيع «السيطرة» على نفسه يراقب المخ عادة هذه الأفعال الانعكاسية الاوتوماتيكية ويحصرها ضمن الحدود المناسبة مع تقديره للموقف . أما الآن في المرحلة المتوحشة تكون هذه الهيئة العليا القادرة على التحليل غائبة . لذلك يسيطر المخيخ كحاكم مطلق ويحكم على التخدير (وهو مصيب في ذلك من وجهة نظره غير القادرة على التحليل) على أنه حالة من التسمم الحاصل بتأثير خارجي مما يجعله يطلق الأفعال الانعكاسية الغريزية الجاهزة مسبقاً لاتخاذ أقصى درجات الهرب والدفاع . من هنا يتولد لدى المريض الفاقد الوعي قلق صاحب بيعث الخوف في نفس من يراقبه .

في هذه المرحلة لا يستطيع الجراح بالطبع البدء بإجراء العملية على الرغم من أن الشعور بالألم لدى المريض يكون قد غاب أيضاً مع غياب وعيه . لذلك يتابع المخدر تنقيط الأثير على الكمامة الذي يتحول هناك الى بخار يستنشقه المريض . بذلك يتعمق التخدير أي يرداد تركيز الأثير في الدم مما يؤدي الى تخدر المخيخ والى توقف الحركات الغريزية التي كان يطلقها . عندئذ يبدأ المريض ثانية ويحول التوتر من عضلاته . الآن يمكن البدء بالعملية الجراحية . لذلك تكمن مهارة المخدر في أن يحافظ على التخدير على هذا المستوى طيلة العمل الجراحي .

يكون الآن كل من المخ والمخيخ مشلولين . غير أن الجزء الأدنى والأقدم من الدماغ يكون في هذه المرحلة لم يزل في حالة العمل . تتواجد في هذا الجزء مراكز التحكم الاوتوماتيكي (اللاإرادي) بالدورة الدموية والتنفس وتنظيم الحرارة وبغيرها من وظائف التمثيل العضوي اللازمة للحياة . هذه المراكز هي التي تحافظ الآن على بقاء المخدر حياً . فقط لأن هذا الجزء القديم من الدماغ لم يزل أقل تحسناً وأكثر تحملاً من بقية الأجزاء المسؤولة عن الوعي وعن الشعور بالألم ، يستطيع الطبيب أن يخدر المريض دون أن يميته .

يرهن التخدير بطريقة تأثيره المتدرجة على أن الأجزاء المختلفة من دماغنا هي من الناحية التطورية التاريخية ذات أعمار مختلفة وأن لكل مرتبة من العمر تركيب خاص بها يزداد تعقيداً من الأقدم الى الأحدث . إذا ما ربطنا بين هذه الدراسة الوظيفية لدماغنا وبين تركيبه التشريحي نلاحظ أن هذا العضو مؤلف من «طبقات» متشكلة بالتسلسل فوق بعضها البعض كما هو الأمر في الرواسب الجيولوجية : تحت في الأسفل يكون القديم ثم تتلوه تباعاً البنى الجديدة متسلسلة تبعاً لجدتها بحيث تكون آخر طبقة هي أحدث طبقة .

في أسفل الدماغ نشاهد مراكز تنظيم الوظائف التي حررت المتعضية الحية خلال تاريخ تطورها الطويل ، على طريق استقلالها ، خطوة خطوة من تعلقها بالمحيط وتسلمت هي نفسها زمام الأمور . هنا يوجد مركز (كتلة من الخلايا العصبية) ينظم كمية وحركة الماء داخل الجسم . من هنا تتم مراقبة تركيز

المحلول الكلوي وتحقيق الأسحام فيه وبين المحتوى المائي في النسج ، كما يتم التنسيق بين التعرق والحاجة الى تناول السوائل التي يحس بها عبر الحالة التي نسميها «العطش»

في نفس الطبقة يوجد مركز لتنظيم الحرارة الداخلية ، الذي يحرق ثابتات الحرارة من التبعية للتأرجحات الحرارية في محيطها ويحقق بالتالي سرعة ثابتة للتمثل العصوي وشروطاً «داخلية» ثابتة تهيم بدورها الأساس لأشكال أعلى من الاستقلال عن المحيط . يسمى هذا المركز أحياناً «العين الحرارية» أيضاً لأنه «يعرف» درجة حرارة الدم المار حوله ثم يقوم على ضوء ذلك ، كما يفعل الترموستات (المظم الحراري) في التدفئة المركزية ، بتشغيل الأليات المنظمة المناسبة

عندما نشعر بالحر الزائد نتناول كمية أكبر من السوائل لكي نطرد الحرارة من جسمنا عن طريق زيادة التعرق . هنا تقاطع وظيفتنا تنظيم الماء وتنظيم الحرارة اللتين يجب تنسيقهما مع بعضهما البعض كما هو الأمر مبدئياً لدى جميع وظائف المنعصية . كما ان وجوهاا تحمر في الحر الشديد : تتوسع العروق الجلدية أوتوماتيكياً لكي يتمكن الدم من نقل أكبر كمية من الحرارة من داخل الجسم الى سطحه الخارجي حيث تشع من هناك نحو الخارج . هذه الآلية تجعل من دورتنا الدموية ، بالإضافة الى جميع وظائفها الكثيرة الأخرى ، محطة تكييف فعالة لجسمنا .

أما التنظيم في الإنحاء المعاكس فيجعلنا نبدو في الوسط البارد شاحبي اللون . إذا ما شعرنا بالبرد الشديد ، أي إذا ما انخفضت درجة حرارة جسمنا عن المقدار المسموح ، بدأ بالارتعاش : تقوم العين الحرارية الآن بتشغيل مركز أعلى يستطيع أن يحرك العضلات أوتوماتيكياً لكي تشع حرارة إضافية عن طريق حرق كميات أكبر من المواد العنائية في العضلات . لهذا السبب تزداد شهيتنا في الأوقات الباردة بينما يقل أكلنا بصورة واضحة في أوقات الصيف الحارة .

في نفس المقطع العميق والقديم من الدماغ نواجه العدة السحامية أيضاً . لقد أصبحت هذه العين القحفية ، التي تحولت لدينا الى غدة ، معزولة عن العالم الخارجي بغطاء الجمجمة المحكم الإغلاق . غير أن هرمونات هذه الغدة لم تنزل توجه التوقيت الزمي لعدد معين من عمليات التطور الجسمي ، وإن كان هذا لم يعد يحصل استناداً الى إشارات من المحيط .

فوق هذه المنطقة توجد الأجزاء العليا من جذع المخ وهي عبارة عن كتل هائلة ، مئات الملايين ، من الخلايا العصبية التي تشكل هنا مراكز لقيادة الوظائف والقدرات المكتسبة بعد ذلك نرمن طويل يكسا وصف وظائف هذه الأجزاء من الملح بطريقة عامة بسيطة ولكنها صائبة بأن نقول . إن هذه المنطقة من الدماغ هي نوع من الكمبيوتر (الحاسب الإلكتروني) الذي حُرنت فيه خبرات الأجيال السابقة للاحصر لها في برامج جاهزة . تتخزن هذه البرامج هنا في صيغة أفعال سلوكية أو تصرفات محددة كنوع من المشاهد المسرحية التي تبدأ بالحدوث بناء على مؤثرات خارجية أو داخلية محددة (رؤية عدو أو حبيب ، إهزاز هرمون معين) .

لقد سبق وتعرفنا على أحد الأمثلة في حالة المريض المخدر الذي بلغ مرحلة الخوف الهستيري هنا تطلق علائم التسمم ، التي ترافقت مع غياب دور المخ ، البرنامج «دفاع وهرب» . لقد أظهرت

التجارب التي أجراها على الدجاج إيريش فون هولست المتخصص في علم السلوك بصورة جلية ومعبرة الطابع الاوتوماتيكي لأشكال السلوك المبرجة في هذا الجزء من الدماغ .

قام هولست بفرز أسلاك شعرية ناعمة في نقاط معينة من دماغ دجاجات محبرة بعد أن قام بدهنها كاملة عدا رأسها بمادة خاصة لتأمين عازليتها الكهربائية . شفت الدجاجات بعد ذلك أما وعاشت حياتها العادية لعدة سنوات دون أن تسبب لها الأسلاك الموحدة في دماغها أية مصايقات . إن هولست قد تعتمد غرز رؤوس هذه الأسلاك في الجزء من الدماغ الذي نتحدث عنه هنا عندما بعد ذلك تمرير تيار كهربائي خفيف ، تعادل قوته قوة النبضة العصبية ، في الأسلاك تحولت دجاجته فوراً الى روبوتر (أجسام آلية) يتحكم بها من بعد . راحت الدجاجات ، كلما قام الباحث بصل التيار الكهربائي ، تمذ البرنامج المخزن هناك في النقطة من الدماغ التي كان ينغرز فيها السلك القل للتيار كانت هناك دجاجات بدأت فجأة بالنظر المتقصي الى بعيد ثم أخذت تقرب نظراتها شيئاً على الأرض حتى وصلت الى قرب أرجلها ثم بدأت تصبح مذعورة محاولة الهرب غير أنها عادت بعد ذلك الى المحجور بمقارها ومغالها على عدو لم يكن موجوداً على الإطلاق . نكلمات أخرى ، هنا انظم البرنامج :

«الدفاع ضد عدو أرضي» ، أي جملة من السلوك الموروث عند الدجاج ما من أحد يستمع أن يعرف كيف عاشت الدجاجة المشهد الذي أثارته النبضة الكهربائية ، عما إذا خُيل لها أنها ترى العدو الشبحي الموهوم في هيئة ثعلب أو ضبع أو أي شيء آخر .

الشيء المؤكد هو فقط أن الدجاجة تتصرف وكأن العدو حقيقي تماماً . عندما كان لاحث أخيراً يقطع التيار كان يبدو على الدجاجة الارتياح المترافق مع شيء من الدهول وكأنها تتعجب أي بقي العدو الذي توجب عليها للتو الدخول معه في معركة مريعة . ثم كانت تتع ذلك خاتمة مثيرة للاهتمام : كانت الدجاجة تصفق بجناحيها مطلقاً صيحة النصر .

ولم لا ؟ لقد اختفى العدو فعلاً بعد معركة حامية . إن الدجاجة لا تعرف شيئاً عن وظائف الدماغ . كيف كانت تستطيع أن تكتشف أن ليس قوتها الذاتية هي التي جعلت العدو تنفي فجأة ؟ ولكن علينا أن لا نتصرع في الحكم . إن السبب الذي جعل الدجاجة تحكم على الموقف بصورة خاطئة هو في الحقيقة أعمق مما نتصور .

ما من دماغ على الإطلاق يستطيع أن يعرف بأية طريقة من الطرق عما إذا كانت النبضة العصبية الواصلة الى أحد مراكزه قادمة من مصدر طبيعي أم من أي مصدر آخر . وهذا لا ينط على دماغ الدجاجة وحدها . لو أجريت هذه التجربة معنا ذاتنا لما توفرت لنا أيضاً أدنى امكانية لاكتشاف الطابع الاصطناعي المركب للحدث الذي أثارته فينا النبضة الكهربائية . إذ أن حتى هذا الذي سمي «الواقع» لا وجود له في دماغنا إلا على شكل نبضات كهربائية - لكنها معقدة الى درجة تمهـ التصور . لقد قاوت إذن دجاجات هولست بناء على ضغط زر ، وراحت بأمر كهربائي تصبح نفس ريشها وتلتهم طعامها وتشر فجأة بالشبع . كانت تلجأ الى النوم أو تبحث قلقاً في محيطها عن عودها لها أنه موجود يتضح من كل هذا أن هذه الأشكال من السلوك والتصرفات موروثه وموحدة كما أشارت

التجارب ، على شكل برامج جاهزة في مواقع محددة من الدماغ . إنها ردود نمودجية على مواقف يتكرر حصولها في حياة هذه الحيوانات . إنها تعبير عن خبرات لم تكتسبها الدجاجة المفردة وإنما عدد لا حصر له من أفراد النوع خلال الملايين الكثيرة من السنين التي تطور فيها النوع بتأثير الطفرات التي اختار المحيط من بينها الأفضل أي اصطفى منها ما يناسبه . بواسطة هذه العملية التطورية نفسها جُهِّزَت أيضاً البرامج السلوكية الموصوفة هنا وحُسِّنت واستكملت ببطء وباستمرار لكي تنسجم مع المتطلبات الوسطية لمحيط هذه الحيوانات .

كما أن الخلية البدئية العديدة الواة اكتسبت ، لكي تحسن فرص بقائها ، شيئاً فشيئاً وظائف متخصصة معينة كالتنفس والتركيب الضوئي بأن أخذتها جاهزة من المحيط بأن ابتلعت أو اتخذت مع خلايا متخصصة مناسبة (أي التي كانت قد اكتسبت «خبرات» معينة) اتخذتها كعصيات لها ، بنفس الطريقة يستفيد هـا الفرد المتعدد الخلايا من خبرات عدد كبير من أفراد نوعه . ثم عملت الطفرة والاصطفاء على أن يتم تناقل هذه الخبرات بالوراثة . أما المحصلة فهي مجموعة من النماذج السلوكية الموروثة والمدرسة لأن الأجيال السابقة قد قامت باختبارها والتأكد من نجاعتها

يسمي العلماء هذا النوع من الخبرات الموروثة «غرائز» . لم تزل هذه الغرائز موحودة لدينا نحن البشر أيضاً . عبر أنها لم تعد تسيطر علينا كما هو الأمر لدى الحيوانات . رغم ذلك فإن ما نسمعه أحياناً من شكوى من «الفقر في الغرائز» لدى الإنسان يقوم على سوء فهم . إن التراجع في التحفيزات الغريزية الذي حصل لدينا عبر الزمن هو وحده الذي هيا أمام جنسنا الفرصة لأن يصبح «ذكياً» .

صحيح أننا بذلك قد فقدنا الحس الموجود لدى الطيور المهاجرة التي تبدأ رحلتها نحو الجنوب في الوقت المناسب تحمياً للبرد القاتل على الرغم من أنها لا تستطيع أن تعرف أن هذا البرد سيأتي ، لكن من يريد اكتساب القدرة على أن يتعلم هو ذاته بدلاً من أن يأخذ ببساطة أجوبة نمودجية جاهزة يرثها مند ولادته يتوجب عليه أن يتحلى عن هذا النوع من الاسياق المريح في المحيط .

بما أننا نمتلك دماغاً يعطينا الامكانية لأن نعي ذاتنا فإننا نعيش غرائزنا . إننا نعيشها كحالة نفسية وكدوافع ، كخوف أو حزن أو سرور كجوع أو عطش . كقوة جنسية جاذبة . كهذا الذي نسميه «حال» انسان معين أو ذاك الذي يجعلنا نشعر بالقرف عند النظر الى حلزاة غطائية الشكل . نعيش هذا الفعل الانعكاسي أيضاً في الشعور اللاإرادي الذي يقوم بقاء عليه برد فعل عفوي على احتكاك جسمنا بجسم انسان غريب في مكان مزدحم . أو كاشمئزاز يعمرنا عند الطر الى شخص يثير فينا الشعور بالعداء أو بحس أنه يشكل خطراً علينا دون أن تكون لنا معرفة سابقة به .

في كل هذه وغيرها من الحالات الكثيرة الأخرى نقوم اوتوماتيكياً بتصرفات موروثة ليس لنا عليها أي تأثير نستسلم لها أو نحاول السيطرة عليها عقلاً بواسطة غنا . لهذا السبب نقول أن الغضب «أحرقنا عن طوراً» وأن الفرح أو الحزن «سيطرا علينا» . يعود الكثير من مشاكلنا في التعامل اليومي ، سواء في الحياة الخاصة أو حتى على مستوى العلاقات السياسية بين الشعوب ، الى أن تصرفات من هذا النوع تحصل لا إرادياً «غريزياً» واننا نحتاج الى بذل جهد واع مركّز لكي نكتشفها ثم لكي نسيطر عليها .

كل هذا لن يكون شيئاً لو لم يتعلق بميراث قديم العهد . إن ما يتحرك فينا هو برامج تحدر من العصر الحجري ومن مئات ملايين السنين التي سبقتها . إن «النصيحة» التي تقدمها لنا ضد إرادتنا هذه المشاعر الغريزية تستحق لذلك أن ننظر إليها بكثير من الحيلة والحذر لأنها نشأت على أرضية التجارب التي أجريت في عالم لم يعد عالمنا بل وإلى منذ زمن بعيد .

لقد خلف جسا وراءه ، شيئاً فشيئاً خلال ملايين السنين الأخيرة من تطوره ، الاطمئنان الأمني المضمّن المتحقق بواسطة نظام غريزي قوي لا يخطئ . وفتح أمامنا عوضاً عن ذلك بعداً حديداً للمعرفة الواعية ، أي للامكانية المليئة بالمخاطرة لأن نتعلم ونكتسب الخبرات الفردية . يبدو أننا لم نحصل بذلك على استقرار متوازن جديد . إذ لم نزل في المستوى الحالي من تطورها نخضع بسهولة إلى الميل بأن نواجه مشاكل عالمنا المتمدن ، الذي سيناه معقولنا ، بالبرامج التي ربما كانت هادئة في العصر الحجري . ولم يعد حيواناً ولم يصبح ملاكاً بعد ، هكذا وصف بليز باسكال وضع الانسان . إن طريقتنا البيولوجية العلمية في النظر إلى حسنا ، الذي نجسد نحن اليوم المستوى التطوري الذي وصل اليه ، تؤكد التشخيص الذي وضعه هذا الفيلسوف الكبير . إنها تذكرنا مجدداً بأننا بالتأكيد لسنا نهاية ، وفي كل الأحوال ليس هدف التطور بل إننا لسنا سوى معاصري مرحلة انتقالية تقع فيها على عاتقنا ، سواء أردنا أم أينا ، المسؤولية بأن لا نعنق الطريق أمام استمرار هذا التاريخ .

أن يكون دماغنا مؤلفاً من طبقات متشكلة بتسلسل زمني بالطريقة التي وصفناها ، فإن هذا يعود بساطة إلى أنه قد ما خلال عملية التطور كما تنمو الشجرة . عند النهاية العليا من النخاع الشوكي ، الذي تتجمع فيه جميع الحيوط العصبية القادمة من الجسم أو المتوجهة إليه مشكّلة ما يشبه الكال (الحبل) النخاعي ، تشكّلت في البداية القاعدة الدماغية التي توحه الوظائف «الناتية» التي لا غنى عنها لأي من متعددات الخلايا الأعلى .

بعد اكتمال تشكل هذه القاعدة تشكل فوقها ، بعد مئات ملايين السنين ، برعم أدى تطوره خلال مئات ملايين السنين أيضاً إلى تجمع كبير من الخلايا العصبية التي شكلت جذع المخ الأعلى . ثم تكررت بعد ذلك نفس العملية . بدأت تتشكل فوق الجذع المحي كتلة صغيرة لم تزل موحودة لدى الأسماك كمرکز لحاسة الشم حصراً . ثم تمت هذه الكتلة الصغيرة خلال تطورها اللاحق حتى بلغت حجماً غير متوقع ، بحيث أصبحت لأول مرة لدى أنصاف القردة كبيرة إلى درجة أنها صارت «مخاً» ضم جميع الأجزاء الأخرى وأحد في الوقت نفسه يحتل شيئاً فشيئاً دور التحكم بوظائفها .

أما لدى الإنسان فقد كان نمو الحجم كبيراً إلى درجة أن الشريحة العليا من هذه الطبقة الدماغية لم تجد مكاناً كافياً لها في فراغ الجمجمة مما جعلها تنطوي على ذاتها مشكلة الكثير من التلافيف ترتب على هذا النمو الكبير في الحجم أن حصل مالئك هذا العضو على مقدار من الحرية في سلوكه لم يكن قد عرف من قبل . ظهور الإمكانية لإدراك الذات ، ولأول مرة في تاريخ الحياة ظهور القدرة على التعرف الموضوعي على المحيط كعالم للأشياء وعلى التعامل معه بطريقة مخططة وعي الذات . عوضاً عن المحيط الذي تملي خصائصه قواعد السلوك الذاتي ، عالم «موضوعي»

يمكن التحكم بما فيه من أشياء . خيال يستطيع أن يرى مسبقاً الإمكانيات المستقبلية والنتائج المترتبة على أفعاله بحيث يستطيع إدخالها مسبقاً في حساباته . حرية في التصرف وصلت إلى حد أن القائم بالتصرف يستطيع حتى مقاومة البرامج الغريزية الموروثة ويستطيع التصرف ضدها عندما يبدو له أنها تتعارض مع مسؤولياته الأدبية والأخلاقية التي أصبحت تمثل معايير جديدة بالنسبة له . هذه هي أبعاد الواقع لم يكن موجوداً من قبل . لقد بلغت الحياة على الأرض مع ظهور المخ البشري درجة جديدة من درجات التطور .

عما لا شك فيه أن كل هذا جديد تماماً وذو نتائج انقلابية . لكن هذه المرحلة من التطور ليست معلقة في الهواء ، كما نعتقد دائماً ، فقط لأننا نحن البشر هم أولئك الذين يجسدونها . إنها هي أيضاً ليست سوى حلقة في تاريخ طويل عمره مليارات السنين . إنها تقوم على كل ما سبقها . ينطبق عليها أيضاً بلا قيود ما تأكدنا منه دائماً عند الانتقال من مرحلة إلى أخرى لدى الخطوات السابقة من نفس التاريخ : الإمكانيات التي يستغلها مستوى معين من التطور هي دائماً محصلة لتجميع الإنجازات الأساسية التي كانت قد تحققت في مراحل التطور الحاصلة قبلها .

عما لا شك فيه البتة أن المخ البشري فزع واقعاً لم يكن موجوداً على الأرض من قبل . لكن حتى هذه القدرات الجديدة لدماغنا مهما بدت جديدة وأصلية فهي مبنية على انجازات مفرقة في القدم . إن عقلنا لم يهبط من السماء . بل هو أيضاً له جذور تمتد في اعماق التاريخ السحيق .

لنبحث إذن عن آثار الماضي في المرحلة التي بلغها دماغنا البشري وفي إنجازاته المدهشة . لقد سبق وشرحت في فصل سابق الأسباب التي تؤيد الافتراض بأن الانجازات من النوع الذي نسميه في لغتنا اليومية «نفسياً» موجودة أيضاً بشكل مستقل خارج الأدمغة . بناء على ذلك يجب أن يعتبر الدماغ ، هكذا استنتجنا آنذاك ، على أنه ليس العضو الذي يتج - كما نفترض دائماً - هذه الإنجازات وإذ العضو الذي جمعها لأول مرة في رؤوس الأفراد بعد أن كانت قد نشأت قبل ذلك بوقت طويل .

لدى معالجتنا على الصفحات السابقة لبرامج السلوك المخزنة في جذع الدماغ تأكدنا من صحة هذا القول بالنسبة لهذا الجزء من الدماغ . تبين لنا أن ما تجمع هنا هو تركيز لخبرات عدد لا حصر له من الأسلاف . لكن كيف ستظهر آثار الماضي عندما يتعلق الأمر بإنجازات المخ ؟ لنحاول بالتسلسل استعراض ما يمكن قوله حول هذا الموضوع !

\*\*\*



## ٢٠. أقدم من جميع الأدمغة

في أواسط الستينات أجرى البروفسور جورج أونغار من جامعة بايلور في هوستون ، تكساس ، سلسلة من التجارب التي تذكرنا خطوطها الأولى قليلاً بطرق التعذيب الصينية القديمة . قام هذا الباحث بحبس فئران بيضاء عدة ساعات يومياً في أحواض زجاجية مفتوحة من الأعلى وعلق فوق الفتحة صفيحة معدنية حرة الحركة . ثم سلط على الصفيحة المعدنية مطرقة صغيرة تضرب على الصفيحة اوتوماتيكياً ضربات متلاحقة بفواصل زمني قدره بصع ثوان . كان يصدر عن ذلك في كل مرة صوت قوي حاد ينطلق فجأة كطلقة المسدس .

كان من السهل عند مراقبة هذه الفئران التأكد من مدى انزعاجها من هذه الاصوات . كانت ترتعش مرعوبة كلما دقت المطرقة على الصفيحة المعلقة فوق رؤوسها . لكن الفئران أيضاً قادرة على التعود . بينما كان هذا الباحث الأمريكي يتابع اجراءاته المرعبة على مدى أيام وأسابيع متواصلة كان ارتعاب الفئران يتناقص يوماً بعد يوم على الرغم من أن شروط التجربة لم تتغير . لقد تعود على الصوت المفاجيء المرعب . وأخيراً لم تعد أية فأرة تبدي أي انزعاج أو اهتمام بما يحصل فوقها مهما رادت حدة الطرق .

بهذه الطريقة درب بروفيسور أونغار عشرات ومئات الفئران ، التي قام بعد ذلك بقتلها وبانتزاع أدمغتها وحفظها في درجة حرارة منخفضة . عندما جمع هذا العالم كمية كافية من الأدمغة ، التي كانت قد تعودت على الضحيح المزعج أو التي ، كما كان يرى ، لا بد أن يكون هذا «التعود» قد تخزن فيها بطريقة ما ، قام بتذويب الجليد عنها وراح يبحث فيها عن رن س ، نوع من الحموض النووية .

كانت هناك عدة أسباب دفعت أونغار إلى العمل بصبر وجلد لسحب أكبر كمية ممكنة من حموض رن س من أدمغة تلك الفئران . في أثناء الحرب العالمية الأخيرة أشار عالم الأحياء السويدي هولغر هايدن



إلى أن ظاهرة الوراثة البيولوجية تشبه الوظيفة السيكلوجية (النفسية) للذاكرة . كان هذا الفهم السويدي يرى أن النوع يعطي عن طريق الوراثة لكل فرد من أفراد كل ما تعلمه هذا النوع خلال كل مسيرته التطورية . بناء على ذلك فإن الوراثة هي من الناحية المبدئية ليست سوى «ذاكرة نوع» .

كان العلماء آنذاك يعرفون جيداً أهمية الحمضين النوويين د ن س (الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين) و ر ن س (الحمض النووي الريبي : لا يختلف عن د ن س في أي شيء سوى أن يجتوي على دة أوكسجين واحدة زيادة عنه) كحاملين للمادة الوراثية . لذلك خطرت على بال هايدن فكرة بدت مغامرة للوهلة الأولى تقول ربما يكون ر ن س حاملاً أيضاً للذاكرة الفردية ، أو بكلمات أخرى ، ربما يشكل المادة التي تتألف منها ذكرياتنا ؟

إذا كانت هذه الجزئيات الرائعة قادرة على «تخزين» مخطط بناء الإنسان بكل تفاصيله وقائمه ، من لون العيون حتى المواهب والطباع الشخصية (أو ، في حالة ر ن س ، قادرة على نقلها من «ه» الخلية إلى الجسيمات الربية الموجودة جاهزة في هيولى الخلية) ، فإنها ربما تكون قادرة أيضاً على تحليل القصة الكاملة لحياة الإنسان والإحتفاظ بها ؟ لذلك بدأ هايدن بتدريب الفئران . كان يتوجه على هذه الحيوانات في تجربته ، لكي تصل إلى غذائها ، أن تسير على سلك رفيع مشدود بصورة بيضاء . كان هايدن قد ترك مجموعة من الفئران تحصل على طعامها دون أن تقوم بهذه الرحلة الشاقة . أشارت التحليلات اللاحقة إلى أن : التدريب يؤدي إلى زيادة كمية ر ن س في أدمغة الفئران بصورة ملحوظة .

كان الشخص التالي الذي مسك هذا الحيط وتابعه هو العالم النفسي الأمريكي جيمس ميكونل . أجرى ميكونل تجاربه على الديدان . لقد تمكن بصبر وجهد أن يعلم هذه الكائنات البديهة تربط بين إشارة صوتية وصدمة كهربائية . كان يسلط على الديدان إشارة صوتية للحظة قصيرة ثم يتبعها بعد بضع ثوان بصدمة كهربائية ويعيد هذه العملية مرة كل دقيقتين . بعد بضع أسابيع تمكنت الديدان من تعلم وجود العلاقة بين الإثارتين - أصبحت الآن ترتعش كلما سقطت عليها الإشارة الصوتية وقد أن تصلها الصدمة الكهربائية .

عندما قام ميكونل بعد ذلك بقتل الديدان المدربة وطحنها وقدمها طعاماً لديدان أخرى غير مدربة لاحظ أمراً مدهشاً : لقد انتلعت ، كما هو غني عن البيان ، الديدان (العديدة الخيرة) مع وحة الطعام ، المؤلفة من لحوم الديدان المدربة ، الخبرة التي اكتسبتها هذه الأخيرة في أثناء تدريبها . لقد علمت بعد اتهامها لرفيقاتها الدرس «الصدمة الكهربائية تنبع الإشارة الصوتية» خلال زمن لا يبلغ سوى جزء من الوقت الذي احتاجته رفيقاتها ، لا بل إن بعضها حفظ الدرس منذ اليوم الأول .

بما أن ميكونل كان على اطلاع على تجارب هايدن لذلك قام باستخلاص ر ن س من أسام الديدان المدربة وزرقه في أجسام ديدان أخرى من نفس النوع . حققت النتيجة نفس النجاح . كان من الواضح أن جزءاً مما تعلمته الديدان الميتة قد انتقل عن طريق الحفن إلى الديدان المحقونة . هل تمت حوض ر ن س إذن هي فعلاً المادة التي تتألف منها الذكريات الشخصية ؟

أثارت التقارير حول تجارب ميكونل في نهاية الخمسينات اهتماماً عالمياً . نستطيع أن نتم أن تكون

ردود الفعل الأولى مشككة أو حتى رافضة ، لأن النتيجة بدت كسوع من الخيال . لم تؤخذ التحارب في البداية على محمل «الجد» إلا من الصحف الساخرة . «عليك أن تأكل أستاذك» ، هذه كانت النصيحة التي كنت تقرأها آنذاك في جميع النشرات الجامعية الأمريكية . لكن بعد ذلك بدأت تتوارد شيئاً فشيئاً التقارير من مخابر مختلفة في شتى أنحاء العالم مؤكدة صحة النتائج .

عندئذ بدأ الجدل حول ما إذا كان ماتم نقله هو فقط تحسن في القدرة على التعلم أم إنه فعلاً ذكريات مفردة محددة وملموسة . لم يكن حسم هذه المسألة ممكناً إلا بإجراء تجارب على حيوانات أعلى يتم تدريسها على دروس معقدة . كان جورج أونغار واحداً من العلماء الذين تجرأوا على العمل في إحراء هذه التجارب التي يحتاج تحضيرها وتنفيذها سين عديدة والتي كان يبدو هدفها نوعاً من المغامرة .

عندما قام أونغار في عام ١٩٦٥ بحقق فئران «غديمة الخبرة» بحلول رن س مركز مأخوذ من أدمغة فئران مدربة حصل على نتائج تشر بالنجاح . تبين له أن الفئران المحقونة بهذا المحلول كانت منذ البدء غير حساسة تجاه الصوت المزعج أو إن خوفها منه كان منذ البدء ضعيفاً بحيث تعودت عليه بصورة أسرع مما هو الحال عادة لدى هذا النوع من الفئران . لقد أدى الحقق في هذه الحالة إلى التعود على إثارة أو على وضع لم تكن الحيوانات المحقونة نفسها قد عرفت من قبل على الإطلاق .

غير أن هذه النتيجة لم تكن بالنسبة له أونغار برهاناً كافياً . كان يريد أن يتوصل ليس إلى نقل «تعود» وحسب بل إلى نقل «ذكرى» حقيقية ، أي شيء مما تحتويه الذاكرة . قام لهذا الغرض بتدريب جرذان على ما يخالف طبعها ، أي ما يخالف غريزتها الموروثة ، وهو أن تتجنب المكان المظلم وأن تعيش فقط في الأمكنة المضاءة . تم تنفيذ الدرس باستخدام الصدمات الكهربائية عندما تقوم الجرذان بتصرف خاطيء .

وضع الجرذان منفردة في أقفاص صغيرة نصفها مضاء ونصفها الآخر مظلم يحتوي كل منها على معلمين للطعام يقع أحدهما في النصف المضاء والآخر في النصف المظلم . أي جرذون عادي سيتناول طعامه في مثل هذا الوضع حصراً من المكان المظلم ، لأن الجرذان هي حيوانات «ليلية» (تنشط ليلاً) . لكن أونغار تمكن بسرعة من جعل جرذانه تتخل عن هذه العادة بأن جهز الأقفاص بشبكة كهربائية تصدم الجرذون الذي يحاول أكل الطعام الموجود في المعلق المظلم . بما أن الجرذان هي حيوانات ذكية جداً فقد تعلمت جميعها خلال وقت قصير ما يجب عليها تعلمه . لقد راحت تتجنب نهائياً منذ الآن جميع الأقسام المظلمة في أقفاصها وأصبحت تتحرك حصراً في الأقسام المضاءة ، علماً أن هذا شيء لا تفعله الجرذان إطلاقاً في الظروف الطبيعية .

أصبحنا نعرف الآن طريقة متابعة التجربة . قام أونغار باستخلاص محلول مركز غني بحموض رن س قدر الإمكان من أدمغة الجرذان التي تعلمت أنه من المفضل ، خلافاً لكل ما هو معروف في عالم الجرذان ، الابتعاد عن المناطق المظلمة في أقفاصها . إذا كان للبادء التي تتألف منها الذكريات علاقة بحموض رن س ، عندئذ يجب أن يكون «الخوف من الظلمة» ، الذي تعلمته الجرذان ، موجوداً الآن في هذا المحلول . هكذا افترض أونغار .

عندما قام هذا الباحث بحقق جرذان غير متعلمة بهذا المحلول تأكد من صحة فرضيته بصورة لا تقبل الطعن : جميع الحيوانات المحقونة بهذا المحلول تصرفت وكأنها تعرف أن دخولها في المنطقة المظلمة سيسبب لها صدمة كهربائية على الرغم من أن أي منها لم يكن قد وضع من قبل في هذه الأقفال المجهزة خصيصاً لإجراء التجربة . بذلك تمت البرهنة لأول مرة على أنه يمكن كيميائياً نقل «ذكريات» نوعية محددة من فرد إلى آخر .

ما هي المادة التي تتألف منها هذه الذكريات إذن ؟ لم تنته بعد المناقشات الدائرة حول هذه المسألة . أما أونغار من جهته فقط استخلص ، بعد تجارب استمرت سبعين عديدة من أدمغة آلاف الفئران التي دربها على الخوف من الظلمة ، في عام ١٩٧١ بالإضافة إلى كميات كبيرة من حمض رن س ، استخلص مادة خالصة كيميائياً سماها «سكوتوفوين» (أي «خوف الظلمة» : من اللغة اليونانية : سكوتو = ظلمة ، فوين = خوف) . لم يكن سكوتوفوين حمضاً نووياً وإنما مادة بروتينية . وهذا لم يكن يعني أية مفاجأة لأن رن س أيضاً ينقل في نواة الخلية ما لديه من معلومات بواسطة رن س بروتيني (إنزيم) يسمى الحمض رن س الرسول ، الذي له تركيب خاص يحقق هذا النقل .

هل يتشكل إذن في دماغنا ، كلما عشنا حدثاً أو أدركنا مسألة أو كوناً فكرة ، بمساعدة رن س قطعة بروتينية يمثل تركيبها الخاص نوعاً من «التسجيل» للحالة المعاشة ، نوعاً من الأثر الدائم الذي يتركه هذا الحدث أو هذه الفكرة في دماغنا ؟ هل هذا هو الأساس الذي تقوم عليه ذاكرتنا ، أي هل هو المستودع الذي نأخذ منه قصة سمعناها أو لحناً موسيقياً حفظناه أو شكل وجه تعرفنا عليه ، عندما «نتذكر» ؟ هناك بعض الدلائل التي تؤيد ذلك . لقد تمكن أونغار ، حسب آخر المعلومات ، من تركيب مادة الذاكرة «سكوتوفوين» في المخبر . (في هذه الحالة أيضاً يتعلق الأمر بسلسلة واحدة محددة من الحموض الأمينية ، واحدة من بين عدد لا محدود ، «تعني» ، أي تعبر عن هذه المعلومة المحددة بالذات) . عند حقن الجرذان بمادة سكوتوفوين الاصطناعية تكتسب فوراً صفة الخوف من الظلام وتفضل الإقامة في الجزء المضاء من القفص . شتمثل هذه الحالة ، عند تأكيدها بصورة قطعية ، ذروة العملية بأكملها ، أي نتيجهما القصوى الممكنة منطقياً : الامكانية لـ «تركيب الذكريات اصطناعياً» .

ولم لا ؟ إذا كنا قد قبلنا أن يكون «الواقع» الذي نعيشه موجوداً في دماغنا في شكل إشارات كهربائية معينة معقدة (كما يوفر الإمكان لأن تنتج اصطناعياً أجزاء من هذا الواقع بواسطة إشارات كهربائية ندخلها إلى الدماغ - تجربة الدجاجات) ، فلماذا يتوجب علينا أن ننمي إمكان تخضير الذكريات بطريقة كيميائية ؟ إذا ما فكرنا بالنتائج العملية التطبيقية التي قد ترتب في المستقبل على هذا الإكتشاف فإننا نصاب بالدوخان . لكن هذا أيضاً ليس اعتراضاً مفيداً بالتأكيد .

رغم ذلك سألتجنب الاعتماد في حججي على النتائج التفصيلية لتجارب أونغار لأن هذا الحقل الجديد الهام من البحوث البيولوجية الجزئية في مجال الذاكرة لم يزل في بداياته . إن الحاجة الهامة بالنسبة لتسلسل أفكارنا في هذا الموقع يمكن أخذها من مستوى جزئي متواضع من نتائج تجارب أونغار وغيره من الباحثين الذين عملوا في السنين العشر الأخيرة في مجال تجارب «نقل الذاكرة» .

مع كل ما يوجد اليوم من شكوك حول بعض النتائج التفصيلية والتفسيرات لهذه التجارب فإن هناك أمراً مؤكداً لا حدال فيه وهو أن الحموض النووية ، وبالدرجة الأولى حموض رن س ، «لها علاقة مامع الذاكرة» . هذه الحقيقة الثابتة نقي رغم تواضعها بغرض المحاجة التي نسعى إليها هنا . إذا ما نظرنا إلى الحقيقة القائلة ان رن س «لها علاقة مامع الذاكرة» ، أي لها علاقة مع القدرة الفردية على التذكر ، إذا ما نظرنا إليها من المنظور التاريخي التطوري ، عندئذ نتوصل إلى استنتاج ذي أهمية بالغة . عندئذ نلاحظ ان قانون «الاقتصاد الطبيعي» الذي أثبتنا عليه كثيراً قد لعب دوراً أيضاً لدى بناء الدماغ . عندما بدأ التطور آنذاك قبل حوالي مليار سنة بإنتاج الأدمغة البدائية الأولى ، وعندما تبين خلال التطور اللاحق أنه من المفيد منح هذا العضو المركزي القدرة على اكتساب الخبرة بطريقة فردية ، عندئذ لم يبدل التطور جهوداً جديدة لتطوير هذه القدرة من جديد .

لم يكن بحاجة إلى ذلك . كانت تتوفر أمامه إمكانية أسهل لتحقيق هذا الهدف . لم يكن يحتاج سوى العودة إلى مبدأ جاهز قديم ، إلى الاحتراع الذي كان قد صممه قبل ملياري سنة . لقد كان آنذاك قد استخدم ببساطة الطريقة التي كان بواسطتها منذ البدايات الأولى للحياة قد «خزن المعلومات» بنجاح كبير لكي يتمكن بعدئذ من نقلها إلى الأجيال اللاحقة كـ «مادة وراثية» . «ذاكرة النوع» وقدرة الفرد على «التذكر» ليستا متشابهتين وحسب بل تقومان من حيث المبدأ ، كما أشارت تجارب أوبغار وزملائه ، على نفس الآلية الجزيئية .

إذا كان سكوتو فوين بروفوسور اونغار يحتوي فعلاً على حرة الجرذان المدربة المتجسدة بالخوف من الظلمة فإن هذا سيكون برهاناً قاطعاً على ان الذكريات يمكن أن توجد أيضاً خارج الأدمغة الفردية . لكننا لا نحتاج للبرهنة على أفكارنا كل هذا القدر من الملموسية . بل تكفي الفرضنا الحقيقة الواقعة بأن الوراثة والذاكرة هما شكلان مختلفان لنفس المبدأ البيولوجي . وهذا يعني أن الأدمغة الأولى لم تكن بحاجة إلى تطوير أو إنتاج «الظاهرة النفسية» ذاكرة . كان المبدأ موجوداً وجاهزاً . لم يكن الدماغ بحاجة إلا لأن يأخذه كاملاً كقطعة جاهزة مسبقاً تماماً بنفس الطريقة التي فعلتها الخلايا البدئية مع العضيات . لقد تكرر هنا في مرحلة المخ نفس الأمر الذي كان يحصل دائماً منذ بدء التاريخ : متى جاهزة مسبقاً كقطع بناء صغيرة اتحدت مع بعضها البعض مشكّلة أرضية المرحلة التالية الأعلى . لم يكس إدن التجديد الانقلابي ، فيما يتعلق بالوظيفة التي ندرسها هنا ، في أن القدرة على التذكر قد ظهرت على الأرض لأول مرة مع ظهور المخ ، لأن الذاكرة هي أقدم من جميع الأدمغة . بل إن إنجاز المخ يكمن ، كما سبق وشرحننا بالنسبة لأجزاء الدماغ الأخرى الأدنى ، في أنه مكن الفرد من الاستفادة من هذه الوظيفة المفرقة في القدم .

من هذا المنظور يصبح نشوء المخ نتيجة منطقية إجبارية لما سبقه من تطور . بذلك يعتبر المخ ، على أي حال فيما يتعلق بالذاكرة ، الخفيد الشرعي للهيديروجين . يتوجب علي أن أشير هنا إلى أن هذا الرأي لا يمكن دعمه اليوم بالحجج الكافية بالنسبة للوظائف النفسية الأخرى . هنا تواهنا مرة أخرى تلك الثغرات في معارفنا التي سبق وأشرنا إليها مراراً والتي لا يثير وجودها أي عجب لدينا ، بل على العكس

إن ما يثير العجب هو أننا أصبحنا اليوم قادرين على تكوين نظرة شاملة عن التاريخ الذي أحاول عرضه في هذا الكتاب . غير أنه يوجد على أي حال عدد من المؤشرات التي تؤيد فرضيتنا ، التي أصبحت مشروعة من خلال وصفنا لتاريخ التطور الممتد حتى الآن ، والتي تقول إن المرحلة من التطور التي يمثلها غنا هي أيضاً محصلة لاتحاد وحدات جزئية أدنى .

عندما نفتتح أن قدرتنا «النفسية» على التذكر ما هي إلا استخدام لوظيفة بيولوجية كانت موجودة لوقت طويل قبل نشوء الأدمغة والوعي ، عندئذ نستطيع أن نعتقد أننا وصلنا بذلك إلى أقصى الحدود . وصلنا إلى أقصى حدود التنازلات التي نستطيع أن نقدمها ككائنات حية وحيدة على الأرض فتحت أمامها أبواب البعد النفسي على مصراعها . عندئذ نكون قد تجاوزنا حكمنا المسبق المتمركز حول ذاتنا البشرية ، أي نكون قد تجاوزنا غرورنا المبني على اعتقادنا بأننا الوحيدون من بين جميع أشكال الحياة الأخرى الذين نمتلك «العقل» . لا شك أن هذا الاعتقاد ما هو إلا وهم . سنواجه في المستقبل أفكاراً مشابهة لتلك التي قدمتها لنا بحوث الذاكرة في السنين القليلة الماضية .

إذا كنا أخيراً مستعدين تحت ضغط قوة الحجة إلى القبول بأن الظاهرة «ذاكرة لا تقتصر على ما يسمى المجال النفسي فأنا للْحظة الأولى سوف نرفض انطباق هذا القول على إمكانية بادل الخبرات . من المؤكد أننا لسنا وحدنا نحن البشر الذين نتبادل الخبرات التي تتعلمها بين بعضنا البعض . بل إن هذه الإمكانية متوفرة ، وإن كان بحدود أضيق ، لدى الكثير من الحيوانات . قد يقول لبعض أن هذا لا ينطبق إلا على المرتبة العليا من الحيوانات ، أي فقط على تلك التي تمتلك دماغاً متطوراً يجعلنا نضطر إلى أن نعترف لها أنها تمتلك جزءاً متواضعاً من «البعد النفسي» . أما التبادل الحقيقي للخبرات عن «دروس محفوظة» بالتعلم خارج هذا البعد فهو غير ممكن ، لا بل يقع خارج حدود التصور . لننظر إلى أي مدى نستطيع هذه الحجة أن تصمد !

قام العالم الأمريكي نورمان أندرسون في عام ١٩٧٠ بنشر دراسة تكملية عن نظرية التطور يبدو أنها ستتهز فرضية تمتع عقولنا بحق حصري متميز . كان أندرسون هو أول من صاغ الأفكار ، التي كانت مطروحة للمناقشة منذ عدة سنوات ، في دراسة علمية متكاملة . تقول هذه الدراسة إن «النقل الفيروسي» يجب أن يكون قد لعب دوراً حاسماً في عملية التطور .

يعني هذا القول المسألة المذهلة التالية : بما إن الفيروسات غير قادرة على التكاثر لوحدها فهي تقوم بمهاجمة خلية مستخدمة ما فيها من تجهيزات لتحقيق هذا العرض . لقد سبق وشرحنا في مكان سابق من هذا الكتاب بالتفصيل قصة حياة هذه الكائنات الغريبة . لقد أوضحنا أن الفيروس يخزن الخلية بمادته الوراثية ويرغمها بذلك على تعديل برنامجها بشكل أنها تستهلك ذاتها لإنتاج فيروسات كبيرة جديدة تقوم بدورها بمهاجمة خلايا جديدة وهكذا دواليك .

في عام ١٩٥٨ حصل عالم الأحياء الأمريكي يوشوا نيدر بيرغ على جائزة نوبل على اكتشافه أن قد قام به في عام ١٩٥٢ يقول إن عمل الفيروسات يؤدي في كثير من الأحيان إلى نقل المادة الجينية (الحاملة للمورثات) من خلية إلى أخرى . يقصد بذلك أن الفيروسات عند قيامها بطريقها الغريب في التكاثر تقوم

بدون قصد بقل أجراء (نتف) من حموص د د من الموجودة في الخلية التي تهاجمها إلى اخلية التالية التي تهاجمها (تشبه هذه العملية ما يقوم به السحل من نقل غير مقصود لعبار الطلع من زهره إلى أخرى) .

بعد فترة قصيرة اكتشف العلماء أن أجزاء د د من المنقولة بهذه الطريقة من خلية إلى أخرى تكون أحياناً طويلة إلى حد ما . ليست نادرة الحالات التي تكون فيها هذه الأجزاء طويلة إلى درجة أنها تحتوي ٣ أو ٤ أو ربما حتى ٥ حينات (مورثات) كاملة يتم عملياً نقلها دفعة واحدة من إحدى الخلايا وزرعها في خلية أخرى . كان أندرسون هو أول من أوضح ما يمكن أن تعنيه هذه الآلية بالنسبة للتطور : إنها تعني أن الفيروسات تعمل كوسيط في تبادل «الحرثات» الحينية بصورة مستمرة بين جميع الأنوع الموجودة على الأرض . كل تقدم حيني وكل إحتراع قام به التطور لدى أي كائن حي من الكائنات اللا حصر لها الموجودة على هذا الكوكب يصح مكرراً أو متأخراً بهذه الطريقة تحت تصرف جميع الأنواع الأخرى بحيث يستطيع كل منها «قراءته» لاحقاً والاستفادة منه .

كانت هذه المقولة بالسسة للباحثين وكان غشاء قد أزيل عن عيونهم . الآن فهموا المعنى الحقيقي لنماثل الشيفرة الوراثية لدى جميع الأنوع . هذا الطابع الاسبيرانتى الشمولي الموحد للغة التي تكتب فيها بواسطة د د س جميع الوظائف ومخططات البناء المكتسبة بالطفرة والاصطفاء مكنت جميع المتعضيات من المشاركة في هذا التبادل للحرثات الذي شمل كامل مملكة الأحياء . كلما تمكنت خلية من الخلايا من الخروج سالمة من معركتها مع الفيروس (والخلايا تملك حق طرقاً دفاعية فعالة) تكون قد حصلت على الفرصة لفحص إمكانية استخدام الجينات ، التي نقلها هذا المهاجم بدون قصد ، لأغراضها الخاصة .

إذا كان تطور متعضيات نوع معين يستطيع أن يستفيد من التطورات الجينية والإخراعات التي تقوم بها جميع الكائنات الحية الأخرى الموحدة على الأرض (لنفكر فقط بقابلية الاستخدام الشاملة وبالتالي بقابلية المبادلة بين آلاف الاريمات اللازمة للتمثل العصوي) ، عندئذ يسقط أيضاً الاعراض الذي كان حتى الآن يخرج «التطوريين» (أنصار نظرية التطور) من علماء الطبيعة . مهما كان الزمن لممتد ثلاثة مليارات سنة طويلاً ، والذي كان موضوعاً تحت تصرف تطور الحياة الأرضية ، فإنه يبقى قصيراً نسبياً عندما يتعلق الأمر بشيء كائنات حية كثيرة الخلايا من كائنات وحيدة الخلايا أو بنشوء الرماثيات والزواحف من المتعضيات البحرية ومن ثم أحياناً يدفع التطور إلى أبعد من ذلك نحو الأعلى حتى يصل إليها دانتا نحن البشر

إن الحجج التي تعتمد على الطفرة والاصطفاء لدفع عملية التطور إلى الأمام ولنشر أشكال حياتية أعلى من أشكال أدنى هي بدون شك قوية بما لا يقل الجدول . لقد تحدثنا عن هذه المسألة بالتفصيل في هذا الكتاب . لذلك لم يتراجع علماء التطور عن موقفهم عندما كان معارضوهم يحسبون لهم كم هو «قصير» فعلاً ان زمن الذي كان تحت تصرف الحياة على الأرض . بما لا شك فيه أنهم لم يكونوا يشعرون بالارتياح أندأ عندما يواجهون هذا الاعتراض . لكن تبادل الجينات الذي يتم بواسطة الفيروسات أزال هذه المشكلة بطريقة مقنعة . إذا كان كل إختراع منفرد قام به التطور في أي مكان قد وضع مبكراً أو

متأخراً تحت تصرف جميع الكائنات الحية الأخرى ، عندئذ يجب أن يكون التقدم التطوري قد حصل بسرعة أكبر بكثير مما كان يبدو ممكناً حتى الآن .

لذلك يتوجب علينا عندما نفكر بالفيروسات أن لا نتذكر فقط موجة الرشح القادمة أو غيرها من الأمراض الفيروسية المزعجة ، بل علينا أن نعلم أن هذه الكائنات الصغيرة تعمل بلا توقف وبلا كلل أو ملل خلال مسيرتها الطويلة عبر جميع الأنواع والفصائل منذ مليارات السنين على أن لا يبقى أي تعجيد جيني سرياً أو محجوباً عن أي كائن يستطيع أن يستفيد منه أو يقوم بفعل أي شيء بواسطته . تبدو الأمور الآن وكأننا ما كنا موجودين اليوم على الإطلاق ، بعد خمسة مليار سنة من شوه الأرض ، لولا أن الفيروسات قد عملت طيلة هذا الزمن الطويل على تحقيق هذا «التبادل الجيني للخبرات»

أن تكون القدرة على «التخيل» لا تقتصر بأي حال على البعد النفسي وحده ، كما نفترض دائماً بدون مناقشة ، فهذا أمر سقى وتحديثنا عنه عندما عاجلنا الكيفية التي تمكنت فيها فراشة الحور من اكتساب لونها المموه أو الفراشة الهندية من التوصل الى الخدعة التي تقوم على بناء هياكل خلوية . من الطبيعي أن أي شخص يستطيع أن يرفض هذه الرؤية ويقول ببساطة إن كلمة «تخيل» لا تعني سوى الظاهرة النفسية . لكن هذا سيكون تقييداً للمفهوم لا لزوم له ولا يحقق أي هدف .

إن التشابه الشكلي بين عمل الطفرة والاصطفاء من جهة وبين الحركة الحرة لحواطرتنا ، التي نختار منها بطريقة محللة وناقدة ما نراه مناسباً على ضوء الضرورة وقابلية التطبيق ، من جهة ثانية هو تشابه واضح لا حدال فيه . إنه في الواقع كبير الى درجة تدفعني ، على ضوء النظرة التطورية التاريخية للأشياء ، الى الإدعاء بأن الأمر يتعلق في هذه الحالة أيضاً بشكلين مختلفين تحققت فيهما من حيث المبدأ نفس الظاهرة على مستويين مختلفين من التطور . لهذا السبب علينا أن لا نستغرب إذا ما وجد علماء الكيمياء الحيوية في المستقبل (في المستقبل البعيد بالتأكيد) في دماغنا ، كعضو مجسّد لخيالنا الفردي الشخصي ، عمليات تتطابق مع العمليات الصدفية التي تحصل في جزية دن س عندما تحصل طفرة من الطفرات . لن يكون لهذا الأمر أية أهمية بالنسبة لأفكارنا . إن المبدأ البيولوجي يستطيع أن يستخدم لتحقيق ذاته مواداً مختلفة . من ناحية أخرى ستكون الانعكاسات السيكلوجية لثل هذا الاكتشاف ، إذا ما تحقق يوماً ما ، بالتأكيد جديرة بالاهتمام وقيّمة ، لأننا نستطيع أن نقول منذ الآن أن كثيرين من أولئك الذين كانوا يعارضون دائماً دور الصدفة في التطور سوف يعدلون موقفهم عند هذه النقطة فوراً . عمليات طفروية كمطلق وكأساس لخيالنا ، هذا أمر مختلف تماماً بالنسبة لهم هنا ستعجبهم فجأة الصدفة ، التي كانت تبدو لهم في جميع مستويات التطور الأخرى مرفوضة ، لأنهم سوف لن يفوتهم بالتأكيد ، عندما يتوجب عليهم الإقرار بوجودها في أدمغتهم ذاتهم ، أن يقدموها كشاهد رئيسي على حقهم بأنهم يملكون «إرادة حرة» .

يتوجب علينا في هذا السياق أن نتطرق أخيراً الى القدرة على «التجريد» أي تلك القدرة الذهنية التي تبدو لنا بحق على أنها اجاز انساني نوعي عالي التطور وعلى أنها بالتالي مستعصية على المعالجة بالطريقة التطورية التاريخية التي نحاولها هنا . هنا أيضاً يمكن إيجاد مراحل تطور سابقة ، أي ظهورات لنفس المبدأ

على مستويات أدنى من التطور . لا بل إن هذا سيكون سهلاً فور ما نتحرر من أحكاما المسبقة المغرورة والقائلة بأن الظواهر العقلية التي نعرفها من خلال تجربتنا الذاتية لا مثيل ولا أساس لها في المراحل التاريخية من التطور الذي حصل قبلنا .

أن يكون هذا فيما يتعلق بالقدرة على التجريد ليس سوى حكم مسبق أيضاً ، هذا ما لا حطه علماء السلوك الذين ركزوا اهتمامهم على موضوع صعب وهام أيضاً وهو العصل بين السلوك المكتسب (بالتعلم) وبين السلوك الموروث «الغريزي» . لقد تحدث البيولوجي الألماني بيرنارد هاسنشتاين قبل عدة سنوات عن مشاهدة نموذجية وهامة بالنسبة لتسلسل أفكارنا نعرضها هنا حرفياً كما وردت في النص الأصلي . كتب هاسنشتاين يقول : «كان لدى شخص أعرفه مختص في علم سلوك الطيور قفص معلق في وسط غرفة كبيرة وكان بابه مفتوحاً بشكل أن الزراير المقيمة فيه تستطيع أن تخرج منه وتعود إليه كما تشاء . كان القفص مصنوعاً على شكل شبك فتحاته واسعة بعض الشيء لكن العصافير لم تكن طبعاً قادرة على الخروج منها . وكانت العصافير قد تعودت على مربها لدرجة أنها كانت تلتهم الطعام من يده وعلى الأحص عندما يكون مؤلماً من ديدان الطحين التي تفضلها .

كان الموقف الذي تصارع فيه الغريزي والمكتسب على قيادة السلوك هو التالي . كان أحد العصافير موجوداً في القفص . أخذ المربي دودة ووضعها بمحاذاة الجدار الخارجي للقفص من الجهة المعاكسة للباب المفتوح . طار العصفور فوراً باتجاه الدودة وحاول جاهداً وبمراة الوصول إليها عبر الشبك - طبعاً عبثاً . من الواضح أن العصفور لم يفكر بالعودة الى الوراء والخروج من الباب المفتوح . كان من يراقب المشهد قد يظن أن العصفور لا يعرف هذا الطريق . لكن بدلاً بسيطاً في الموقف يؤكد أنه كان يعرف : راح المربي ويده الدودة يتعد ببطء شيئاً فشيئاً عن القفص وعن العصفور بحيث يصبح الهدف بالنسبة للعصفور أبعد وأبعد .

عند بلوغ بعد معين استدار العصفور فجأة نحو الباب الموجود خلفه وخرج من القفص بطريقة تدل على معرفته الحيدة للطريق ثم استدار ، عندما أصبح خارج القفص ، مرة أخرى باتجاه الهدف وانقض عليه بحط مستقيم

أعيدت التجربة مراراً كثيرة وكانت النتيجة دائماً هي نفسها . لقد حرصت رؤية الطعام المفضل على مسافة قريبة لدى العصفور دافع الحصول على الطعام بالطريق المباشر - أي أنها حرصت طريقة السلوك الغريزي - بقوة الى درجة أنه لم يستطع أن يتحرر من تأثير هذا التحريض لكي يصل الى الهدف بالطريق الملتف المعروف ؛ عندما ضعف التحريض ، دون أن ينعدم ، تمكنت الحبرة ، أي معرفة الطريق الملتف ، أن تجعل تأثيرها على سلوك العصفور فعالاً . الى هنا ما كتبه هاسنشتاين

نواجه هنا محدداً ذلك الميل الى الاستملاان ، الى الانعصال عن المحيط ، الذي تحدثنا عنه مراراً في السابق . يؤكد سلوك العصفور الموصوف أعلاه نفس الميل الذي رأيناه مراراً على شكل مختلف تماماً في مستويات أقدم وأدنى من مراحل التطور : لقد رأيناه لدى نشوء غشاء الخلية الذي منح المجموعة التي



يضمها استقلالاً معيناً عن المحيط ، كما رأينا أيضاً عند اختراع الدم الدافئ الذي حرر الفرد من الخضوع لتقلبات الحرارة الدورية في محيطه (هناك العديد من الأمثلة نذكر منها هذين المثالين فقط) .  
عندما نضع مشاهدات هاسنشتاين في هذا السياق لا نحتاج الى كثير من الجهد لكي نتعرف على قدرة العصفور على التحرر ضمن شروط معينة من الانهيار بتأثير محرض قوي ، على أنها مقدمة (أو مرحلة سابقة) للقدرة التي تتجاوز هذه الدرجة المتواضعة من الحرية : القدرة على «التجريد» .  
تكمُن انجازات العباقرة الكبار أيضاً في أنهم تمكنوا من الاستقلال عن المحيط بطريقة لم يتمكنوا أي من سبقوهم أو عاصروهم : التحرر من الظاهر ، من المحسوس . إنها توفر لهم الامكانية لأن يكتشفوا الشيء المشترك الكامن خلف مظاهر المحيط المختلفة ، لأن يكتشفوا خلف الواجهة الطاهرة للعيان العلاقة ، أي القانون الذي يتحكم بما نراه .

كثيراً ما يُصوّر نيوتن وفي يده تفاحة كإشارة الى الفكاكة المعروفة التي تقول أنه توصل من مشاهدته لسقوط تفاحة على الأرض الى المعرفة بأن دوران الكواكب حول الشمس تسببه نفس القوة التي أدت الى سقوط التفاحة : أي قوة الجاذبية . عما إذا كانت الحكاية قد حصلت فعلاً هكذا أم لا فهذا أمر ندعه جانباً ، لكن الفكاكة تصيب على كل حال بدقة رائعة لب الإنجاز النيوتني . تكمن عبقرية هذا الإنجاز في أن هذا الانكليزي العظيم تمكن من التحرر من المشاهدات المحسوسة وبالتالي من رؤية القانون الذي يجتنب خلف الظواهر المختلفة ظاهرياً

على إحدى الجهات تفاحة تسقط على أرض الحقل وعلى الجهة الأخرى حركة النجوم التي تسير على مداراتها الهائلة حول الشمس في قبة السماء . أية قدرة على التجريد هي هذه ، وأية درجة من التحرر عن المظاهر العيانية المحسوسة ! عند هذا المستوى المتحقق من التطور أصبح الفرد قادراً على الاستقلال عن المحيط الى درجة أن التحرر من الخضوع الى ظواهر المحيط المحسوسة أصبح ممكناً لم نعد ننظر الى العالم بسلبية كما يعرضه الإدراك الساذج وإنما أصبحنا الآن نسأل عن السبب الذي يقوم عليه عند هذه النقطة من التطور ، التي بلغ عندها الانفصال عن المحيط درجة القدرة على التحرير الذهني ، برزت ظاهرة جديدة . إنها ظاهرة «الوعي» ، أي القدرة على إدراك الذات ، أي الإمكانية الجديدة لأن نكون الأفكار حول ذاتنا ، لأن ندرك ذاتنا كـ«أناء»

إننا لا نعرف ما هو «الوعي» . إننا لا نمتلك المستوى الأعلى الذي نستطيع منه أن نراقب الظاهرة التي نريد إدراكها . غير أن ما عرفناه حتى الآن من علاقات قائمة بين مستويات التطور المختلفة الأدنى يمكن أن تشجعنا على الصياغة الخنثرة بأن الوعي هو محصلة لتحميم الذاكرة والقدرة على التعلم والقدرة على تبادل الخبرات والقدرة على التحيل والتجريد ، التي كانت جميعها قد نشأت في مراحل التطور السابقة بصورة منفصلة عن بعضها البعض .

الأمر الذي لا شك فيه هو أن «الوعي» هو شيء جديد تماماً . جديد كما كان الماء شيئاً جديداً تماماً عند الطر إليه من مستوى الدرات المعزلة . ورغم ذلك فإن كلا الظاهرتين هما بدون شك نتيجة لاتحاد «القديم» . كان هذا القديم بالنسبة للماء عنصرين غازيي الشكل . أما بالنسبة للوعي فإنه تلك الوظائف

المنعقدة التي ذكرناها أعلاه ، وغيرها من الوظائف العديدة الأخرى التي لم تتبدى لنا بعد بهذا الوضوح الظاهري البارز ، التي اتحدت جميعها لأول مرة في هذه المرحلة من التطور ضمن «الدمغة» . إن الإثارات الحسية المنطلقة من المحيط تتحول في إدراكات الأفراد الممتلكين لهذا الوعي الى حصائص لأشياء موجودة موضوعياً . حيث كان جذع الدماغ يستطيع فقط أن يستقبل الإشارات القادمة من المحيط والتي تمثل جذباً أو دفعاً ، فائدة أو خطراً ، وأن يعطي الرد التكيفي المناسب ، أصبح المخ القادر على التجريد يسجل الخواص النوعية للأشياء الحقيقية في عالم ذي وجود موضوعي . إن ما حققه لأول مرة المخ الشري من إدراك لأشياء تبقى ثابتة (بدلاً من إثارات المحيط التي كان معناها يتأرجح بين حدود واسعة تبعاً للحالة البيولوجية الذاتية) هو مقدمة ضرورية لتسمية الأشياء . لكن هذا هو بداية نشوء اللغة . إن ثبات الأشياء هو الذي يتيح لنا اختراع واستخدام التسميات التي ليست متماثلة مع الأشياء التي نطلق عليها هذه التسميات . هكذا تنشأ الرموز اللغوية التي تفتح أمامنا الامكانية الانقلابية لأن تتلاعب به «الألعاظ» بدون أن (أو قبل أن) تضطر الى تحريك الأشياء الحقيقية التي تعبر عنها هذه الألفاظ .

هذا أيضاً هو بدون أي شك شيء «جديد» . رغم ذلك علينا أن نتذكر في هذا الموقع أن التطور قد طبق بسجاح كبير نفس المبدأ قبل مليارات السنين على مستوى من التطور يقع بعيداً تحت مستوى الوعي : إن الشبيرة الثلاثية للمحوص النووية د ن س ، التي تُحزَّن بواسطتها في نوى خلايانا جميع حصائصنا ومواهبنا ، تمثل أيضاً حروفاً في لغة ليست متماثلة مع ما «نعنيه» أي معنا ذاتنا .



## القسم الخامس

### تاريخ المستقبل

#### ٢١. على الطريق الى الوعي الغالاكتيكي

كيف ستتابع الأمور مسيرها ؟ ستكون لا منطقيين إذا لم نطرح هذا السؤال عند هذه النقطة من التطور التي وصلنا اليها اليوم . ستكون لا منطقيين إذا ما كتبنا هذا السؤال هنا لأننا وصلنا في وصفنا الى «الحاضر» ، اليها ذاتنا . لقد سبق وأشرنا في مناسبة سابقة الى الطابع النسيبي لهذا الحاضر . إنه ، عند النظر اليه من المنظور الاحتمالي للتطور ، ليس سوى لحظة في سياق التطور الشامل تحدثت كيفياً بسبب وجودنا فيها بمحس الصدفة .

صحيح أننا نستطيع أن نعتبر هذه المرحلة من التطور التي نتسبب اليها على أنها مرحلة «خاصة» من ناحية أننا نحن البشر نمثل ، بعد استمرار التطور اللاواعي ثلاثة عشر مليار سنة من الزمن ، الكائنات الحية الاولى التي تمتلك القدرة كذات مستقلة على التعرف على العالم الذي نتج عن هذا التاريخ الطويل وعلى إدراكه إدراكاً موضوعياً . لم توجد هذه الحالة إلا منذ عدد قليل من عشرات آلاف السنين .

قد يستطيع المرء أيضاً أن يعطي لجيلنا دوراً متميزاً لأننا نحن الذين نعيش اليوم نمثل أول الشر الذين ملكوا القدرة على إدراك هذا التاريخ الذي نحاول إعادة تصميمه في هذا الكتاب وعلى إدراك أن هذا التاريخ يمثل الماضي الذي أدى الى نشوئنا ذاتنا . هذه هي في الواقع نقطة انعطاف لا يجوز التقليل من أهميتها بأي حال . لكن من يستطيع أن ينهي أن هذه الحالة كانت تنطبق بنفس المقدار على نقاط انعطاف سابقة في تاريخ التطور ؟ على اختراع الدم الدافئ أو على الخروج من الماء مثلاً ؟ على المستعمرات الخلوية الاولى التي تمكن أفرادها من تقسيم العمل المتخصص بين بعضهم البعض ، أو على الغشاء الذي تشكل حول مجموعات د ن س الروتينية وهياً بذلك نقطة الانطلاق لنشوء جميع الخلايا ؟

لو قطعنا وصف التطور عند الحالة الحاضرة لكان هذا من حيث المبدأ عودة الى الحكم المسقو القديم ، الذي يحاول دائماً إيهامنا بأننا نحن البشر الحاليين نمثل هدف كل ما يحصل وناجيه النهائي وبأن

مليارات السنين الثلاث عشر الماضية لم يكن لها أي هدف سوى اتساحا واتساح حاضرننا الحالي في الحقيقة سوف يستمر التطور بعدنا وسوف يتحاورنا غير مبال بما نكوّنه من آراء . سوف يحقق في مسيرته اللاحقة امكانيات تحلّف ما نجسده وستستطيع إدراكه بعيداً وراءها كما حلّقنا نحن عالم انسان نياندرتال بعيداً وراءنا .

قد لا يحصل هذا على الأرض . من البديهي أسألن نعرف أبداً كيف سيتطور هذا الذي اعتدنا على تسميته «التاريخ» والذي يعني به ما يفعله البشر خلال مئات أو آلاف السنين . لا يوجد معطيات علمية تمكننا من التنبؤ بما سيعمله البشر في المستقبل أو بالكيفية التي سيتطور فيها المجتمع البشري وبالأفكار التي ستؤثر على قرارات الأجيال القادمة . لذلك لا نستطيع أن نعرف أيضاً عما إذا كانت البشرية ستفترس كافيّة لكي تشارك في هذا المستقبل الذي نعبه هنا

أما التنبؤات القصيرة المدى - «قصيرة المدى» بالمعنى التاريخي التطوري - فهي غير ممكنة ، لأن ما نسميه عادة في لعنتنا اليومية «التاريخ» يتقلص ، عند النظر اليه بالمقاييس الزمنية التي اعتمدناها حتى الآن في روايتنا عن تاريخ الشؤء ، الى نقطة صغيرة لا نستطيع رؤيتها لدى إعادة تصميم الماضي، اي لدى لدى عرض الأحداث التي أدت من الانفجار الكوي الأول الى وقتنا الحاضر ، توحب علينا في هذا الكتاب أن مكثفي بالخطوط العريضة . كانت الفترات الزمنية الصغرى التي أدخلناها في اعتبارنا لا تقل عن عشرات لآل مئات ملايين السنين .

إذا ما تابعنا الآن عملنا ضمن هذه المقاييس الزمنية الكبيرة ، عندئذ يصبح من الممكن طرح بعض المقولات المحددة عن مسيرة التطور اللاحق . عندئذ نستطيع أن نقول شيئاً مفيداً عن المستقبل الذي يتوجه نحوه التطور . قد يكون في عني عن الإشارة الى أن أفكارنا إعتباراً من هذه النقطة ستكون بالضرورة تخمينية الى حد كبير ، أكثر بكثير مما كانت عليه حتى الآن . لا شك أن السبب واضح في أننا نستطيع أن نتحدث عن الماضي البعيد جداً بدرجة من اليقين أعلى مما يستطيعه عن المستقبل ، غير أنه يوحد حتى بالنسبة للمتحدث عن المستقبل بعض نقاط الارتكاز التي نستطيع الاستناد عليها والتي تتردد هذه المحاولة . ستألف أدواتنا التحليلية من الميول والقواعد التي نعرفنا عليها على ضوء التطور الجاري حتى الآن . سيوفر لنا تطبيقها الامكانية لأن نمثّد طريق التطور عبر المستقبل .

الخطوة التالية الاولى ، التي نستطيع التنبؤ بها في هذه المحاولة ، هي الانتقال من الحضارة الأرضية الى الحضارة الكوكبية ، وعلى المدى الطويل الى الحضارة العالائكية (الحرية) التي تشمل مجالات أكثر وأكبر من كامل الكرة . سأوضح في الصفحات الأخيرة من هذا الكتاب السبب الذي يجعلني مقتنعاً أن هذه الفرضية هي أكثر من مجرد تكهن عائم . إن اتحاد الحضارات الكوكبية المنفردة في روابط أكبر تتعامل مع بعضها البعض ما هو إلا متابعة منطقية ضرورية لكل ما حصل خلال الثلاثة عشر مليار سنة الماضية

لقد تعرفنا الآن على ميلين (نزعيتين) يعتران غموضيين بالنسبة لكامل مسيرة التطور الممتدة حتى الآن . كانت البرعة الاولى هي اتحاد عناصر (الوحدات الوظيفية الأصغر) مرحلة التطور الأسبق

يتيح لعناصر المرحلة التالية الأعلى التشكل بسية أعلى أكثر تعقيداً . أما الرعة الثانية فتكمن في ميل العناصر المتشكلة الى الاستقلال عن المحيط المعطى مسبقاً .

إذا ما بحثنا في حاصرنا عن آثار هاتين النوعيتين ، اللتين تمتدان كحيط أحمر عبر كامل التاريخ ، صادف حتماً مبكراً أو متأخراً ظاهرة الرحلات الفضائية . كلما تعمقنا في التفكير بهذا السفر عبر الفضاء ، كلما قوي لدينا الظن بأن استعداد الشر اللاعقلاني الى السعي بكل ما لديهم من امكانات اقتصادية وتكيفية لأن يغادروا الأرض كي يصلوا الى أجرام سماوية غريبة ، لا يمكن فهمه إلا انطلاقاً من هذه الخلفية ، من هذا الميل الى الاستقلال . أما الحبح التي يكررها مؤيدو الرحلات الفضائية حتى الإشباع والتي تركز على العوائد المباشرة القصيرة المدى ، لكي يبرروا النفقات الهائلة التي يتطلبها هذا المشروع فهي صعبة وغير مقبولة

لم يعد أحد اليوم يصدق الأهمية العسكرية لاحتلال القمر أو غيره من الكواكب . ولو أنفقت الأموال المصروفة على الرحلات الفضائية على تطوير الصواريخ الاستراتيجية البعيدة المدى لأصبحت بدون شك أكثر فعالية وحظوة . أما لماذا يجب أن نحسن النجاحات في السفر الفضائي من السمعة السياسية لبلد ما وأن تزيد من هيئته الدولية أكثر من تحميم النظام الصحي أو التعليمي أو ما شابه ، فهذا أمر ، كما أرى ، لم يتمكن أحد بعد من تحليله بصورة مقبولة

كلما أطلنا التفكير بهذا الموضوع يزداد لدينا الاقتناع بأن هذا الإصرار العريب على النفاد عبر الفضاء يعبر عن الميل الذي رأيناه بأشكال مختلفة في مراحل سابقة من مستويات التطور : الميل الى التميز والاستقلال عما يحيط بنا ، الميل الى الانفصال عن المحيط المفروض . إنني مقتنع من أن هذا الإصرار على السفر عبر الفضاء وكذلك هذه الصعوبة في تقديم تحليل عقلاي مقنع له يعبران محدداً ، ولكن هذه المرة دفاعاً لتكنولوجيا ، عن نفس النزعة التي وجدناها على المستوى البيولوجي عند الخروج من الماء . عندما ننظر الى الماضي من الحاضر نتأكد هنا أيضاً - ولربما في هذه الحالة المعكوسة بصورة أكثر إقناعاً - من التشابه ، أي من القرابة الداخلية بين الظاهرتين ، اللتين تفصلهما عن بعضهما البعض مراحل كثيرة من التطور وخمسة مليون سنة من الزمن ، واللتين تحاول كل منهما لديها من وسائل تحقيق نفس الميل الى الخروج . في كلا الحالتين يحاول السكان معاداة الوسط الوحيد المعقول بالنسبة هم . وفي كلا الحالتين يتم استخدام طرق متشابهة الى درجة مذهلة . وفي كلا الحالتين لا تتوفر علاقة معقولة بين ضخامة تكاليف المشروع وبين محدودية أهداف المغامرة ، على الأقل في مرحلة البدء بها .

كما سبق ورأينا أدى خروج الحياة من الماء ، الذي كان يبدو في البداية لا منطقياً وعديم الفائدة ، الى احتراع الدم الدافئ ، الذي لم تكن تتوفر أية امكانية للتنبؤ به ، والى خلق واقع جديد من العلاقات الحصارية والتاريخية . من يستطيع صمم هذه الظروف أن يتحرراً على اعتبار مشروع البحوث الفضائية على أنه لا عقلاي وعديم الفائدة فقط لأنه ، وهذا أمر لا جدال فيه ، لا يستطيع في إطار أفقنا التنبؤي الخائني أن يقدم له تحليلاً عقلياً مقنعاً ؟

من يستطيع أن يجدد مسبقاً الإمكانيات الحديدية التي ستمتج أمام من يتمكن من «الانفصال» عن

الأرض ؟ ورغم ذلك فإنه يبدو منذ اليوم أن السفر عبر الفضاء لا يمكن أن يؤدي إلا الى طرق مغلقة ، إلى أنه لن يدل على الطريق التي سيسلكها التطور في مسيرته المستقبلية .  
إن من يستغرب هذا القول بعد كل ما قدمناه من تأملات وأفكار عليه أن يعلم فقط أننا لم نتحدث في هذا الكتاب إلا عن المحاولات الناجحة التي قام بها التطور . لقد تابعنا دائماً مصير انقراض فقط ، مصير تلك الكائنات التي فازت في معركة البقاء ، لأنها هي وحدها تشكل السلسلة المتصلة من الأحداث التي يتألف منها التاريخ . غير أنه مما لا شك فيه البتة أن عدد المحاولات الفاشلة التي دخل فيها التطور في طريق مغلقة ولم تتوفر له بالتالي فرصة المتابعة كان أكبر بكثير .

إذا ما وضعنا في اعتبارنا أنه حتى ظهور الوعي ، الذي يختار بصورة تحليلية وناقدة ، لم يكن أمام التطور سوى العمل بالتجديدات الناشئة بالصدفة ، عندئذ ندرك أن الأمور لا يمكن أن تكون خلافاً لذلك . لقد استطاعت هذه التجديدات أن توفر الامكانيات لمتابعة التطور فقط بواسطة دمهالك الكبير . لهذا السبب توفر الاحتمال لأن يمثل بعض منها على الأقل مفاتيح المستقبل . لقد حصل بالتأكيد خلال الأحقاب الزمنية الطويلة التي درسناها كثير من الصمود والمهبط وظهرت بدايات كثيرة مختلفة ، لا بل متناقضة أحياناً ، فيما يشبه الفوضى الشاملة . لاحقاً فقط أصبح من الممكن معرفة البدايات الناجحة من بينها والتي شكلت الحجرة التي رصف بها طريق المستقبل .

أما المحاولات الأخرى التي تخلى عنها التطور لاحقاً أو رفضها فقد استمرت زمناً طويلاً أيضاً . في كثير من الحالات انقضت ملايين السنين قبل أن يصبح معروفاً أن أحد التفرعات الجانبية سوف ينتهي يوماً ما في طريق مغلقة . تقدم الأعداد الهائلة من أنواع الحيوانات والنباتات ، التي سيطرت في أحقاب قديمة على الأرض لزمان طويل ثم انقرضت دون أن نجد لها خلفاً اليوم ، عدداً كبيراً من الأثلة المؤيدة لما قلناه .

غير أنه يوجد أيضاً أنواع كانت ناجحة جداً ولم تزل ، على ما يبدو ، قادرة على البقاء لزمان طويل على الرغم من أنها قد دخلت بدون شك في «طريق مغلقة» . قد تكون الحشرات هي المثال الأكثر تعبيراً عن هذه الحالة . إن عمرها الطويل جداً حتى بالمقاييس الجيولوجية - ٤٠٠ مليون سنة - يعوق كل شيء إلى التعدد الهائل لأنواعها مما يتيح المجال لوحود عدد منها على الأقل قادر على التكيف مع أحوال الشروط . يدلنا رقم احصائي واحد على مدى قدرتها على البقاء : ثمانون بالمائة من جميع أنواع التتبعيات الموجودة على الأرض هي حشرات . من بين كل خمس حيوانات يوجد حيوان واحد فقط لس حشرة . رغم ذلك فقد سار ممثلو هذه العائلة الناجحة في طريق مغلقة . لقد حصل الخطأ في بت مبكر جداً من تاريخها ولم تتوفر الامكانية بعد ذلك لتصحيحه أو العودة عنه . يكمن هذا الخطأ في أن الأسلاف المبكرة للحشرات قد «قررت» ، عندما احتاجت إلى دعامة تمسك بها جسمها المؤلف من خلايا كثيرة ، أن تأخذ هيكلًا عظمياً خارجياً . يكمن صرر هذا المبدأ في التصميم ، الذي كان يبدو في البدء معصاً ومفيداً (لأنه يؤمن حماية إضافية) ، ولم يظهر إلا من خلال التطور التاريخي اللاحق ، في أنه يضع حداً للنمو في وقت مبكر جداً

لهذا السبب تعوقت الأنواع التي حلت نفس المشكلة عن طريق تطوير هيكل عظمي داخلي ، لأنه لا بد من تجاوز حجم معين أدنى لكي يتمكن الفرد من احتواء عدد كبير من الخلايا المنفردة يوفر له الامكانية لاستغلال حالة التعدد الخلوي الى حدودها القصوى . ينطبق هذا قبل كل شيء على تطوير جهاز عصبي مركزي . لقد بقيت الحشرات رغم عمرها الطويل «غبية» لأن الفراغات التي يشكلها جسمها المصفح لا تحتوي ببساطة المكان الكافي اللازم لتلك الكمية من الخلايا العصبية اللازمة لبناء دماغ معقد بما فيه الكفاية

ولكن لماذا نهتم في هذا الموقع بمشكلة التطور التاريخي للحشرات ؟ لهذا الاهتمام عدة أسباب . إن القدرة الغريبة على التكيف الموحدة لدى هذه الكائنات أدت بناء على حالة الطريق المغلق التي وصفناها الى ظاهرة شديدة الأهمية : لقد أدت الى أن بعض الميول التطورية ، التي تطرقنا اليها مراراً من قبل ، قد ظهرت لدى الحشرات على شكل متميز جداً . يبدو الأمر وكأن التطور قد حاول هنا مساعدة هذه الميول على التحقق بطرق أخرى ، طالما أن الطريق المباشر كان مغلقاً بسبب تحديد حجم الفرد الواحد . أقصد بذلك ظاهرة ممالك الحشرات . إن هذه الاتحادات المنظمة بمنتهى الدقة والصرامة والتي تحتوي مئات الآلاف ولدى بعض الأنواع ملايين الحيوانات المنفردة تبدو عند تدقيقها وكأنها تكرر لخطوة الانتقال من وحيد الخلية الى كثير الخلايا . إن مملكة السمل تشبه في كثير من الجوانب متعضية واحدة مغلقة أكثر مما تشبه مستعمرة من الأفراد المنفردين .

كما هو الأمر في حالة الخلية المفردة المنتسة الى فرد كثير الخلايا فإن النملة المنفردة أيضاً لا تستطيع العيش خارج رابطة مملكتها . علاوة على ذلك فقد تحقق بين أعضاء مملكة النمل (أو النحل أو غيره) تقسيم للعمل عالي التخصص : التكاثر ، التلقيح ، التغذية ، وفي بعض الحالات الدفاع أيضاً ، هي وظائف مورعة على الأعضاء المتخصصة بطريقة ملزمة عن طريق التنظيم الهرمي الصارم أكثر مما هو الأمر لدى توزيع الوظائف بين خلايا الفرد الواحد المستقل .

نستطيع ، على صوء هذه الخصائص المتميزة ، أن نستخلص مما قلناه أن الطبيعة قد حاولت هنا تعويض الضرر الحاصل بسبب تحديد حجم الحشرة المنفردة وغير القابل للإصلاح بأن كررت لدى هذه الحشرات في الحالات الموصوفة نفس الخطوة التي أدت الى الانتقال من وحيد الخلية الى الفرد الأعلى . وكان الطبيعة قد حاولت استخدام الأفراد ، الذين حال صغر حجمهم دون تطوير بنيتهم الداخلية ، كقطع بناء لتركيبة منظومة أعلى لاحتضن في تطورها لهذا التقييد .

عند مقارنة الأنواع الحية اليوم نجد أن هذه المحاولة أيضاً قد توقفت في مرحلة مبكرة جداً ، إذ أنها لم تنتشر إلا على نطاق ضيق . على أي حال لا يمكن إعتبارها مصادفة أن هذه المنظومات المؤلفة من الممالك الحشرية تقوم بأكثر الإنجازات التي نجدها لدى الحشرات على الإطلاق : إعتناء عال بالخلف ، حس متطور بالزمن ، قدرة على الإعلام جعلت حتى العلماء يتحدثون عن «لغة النحل» وأخيراً القدرة على المحافظة الدقيقة على درجة حرارة ثابتة في المملكة بواسطة أفعال وحركات مناسبة .

في هذه الحالة أيضاً تحقق «الاتحاد على مستوى أعلى» كما تحقق نشوء وظائف أعلى وأعلى حتى



الوصول إلى التحكم بدرجة الحرارة . إن هذا المثال مهم بالنسبة لنا لأنه يؤيد وجهة نظرنا حول الميول التي تسيطر على التطور . وهذا التأيد مقع بصورة خاصة لأن هذه الميول تحققت هنا حتى ضمن شروط رديئة أو غير مناسبة .

من ناحية ثانية يبين لنا هذا المثال أن الظاهرة التي تبدو على صوء التطور التاريخي ملزمة ومنطقية لاتشير بالضرورة إلى الطريق الذي سيسلكه التطور . لقد كان حديثنا عن عمالك الحشرات ضروريا لاسا لم نحالج في هذا الكتاب حتى الآن سوى الحالات التي لاينطبق عليها هذا القول . أن يكون هذا لايصح بلا استثناء ، هذا ما أشارت إليه منظومة المملكة الحشرية التي نستطيع إستناداً إليها تحديد بدايات بعض الاتجاهات التطورية المؤثرة على المستقبل والتي تابعت تطورها على الرغم من أنها قد دخلت في طريق مغلق منذ ما لايقل عن مائة مليون سنة .

بما أن الأمور هي على هذه الحال - وبذلك أعود ثانية لمتابعة الحيط الأحمر لتسلسل أفكارنا - فإننا لن نفع في التناقص اذا ماقلنا ان الرحلات الفضائية ، أي المحاولات المبذولة لمغادرة الأرض ولإكتشاف عوالم جديدة ، تمثل متابعة منطقية إلزامية للتطور ، لكنها رغم ذلك ستنتهي في طريق مغلق . بناء على كل ما عرضناه في هذا الكتاب وعلى ضوء الميول والاتجاهات الأساسية الجوهرية التي اكتشفناها فإن محاولات الإنسان اليوم لأن «يفصل» عن الأرض بواسطة التكنولوجيا الفضائية هي تطور منطقي وإرغامي ومسجم مع ماسبقه .

إنني مقتنع بأن التصميم غير القابل للتفسير ، الذي يصرف فيه مجتمعا التكنولوجيا اليوم على هذا المشروع الذي لايجد له بناء على خبرتنا فائدة أو تعليلا عقلانيا ، ليس سوى التعبير عن الميول التطورية المذكورة التي نخضع نحن أيضاً إلى تأثيرها الشمولي الفوق - مردي . وكيف يمكن أن تكون الأمور خلاف ذلك ؟ كيف سيسطيع دماغنا أن يخضع لقواعد تختلف عن تلك القوانين التي أدت إلى نشوئه ذاته ؟

لكن منها كانت صحيحة تلك الميول التي تدفعنا إلى مغادرة الأرض فإن استخدامنا للتكنولوجيا الفضائية في تحقيقها هو محاولة فاشلة لأنها تعتمد على وسائل غير مجدية . كل مانعرفه اليوم عن التطور منذ بدء الأرض حتى الآن يدعونا إلى الإعتقاد بأن التطور المستقبلي سيؤدي بالبشرية - إذا كانت عندئذ لم تزال موحودة - إلى التحرر من الأسر الأرضي الذي عاشت فيه حتى الآن . غير أن السفر الفضائي ، منها بدا هذا للوهلة الأولى متناقضاً ، لن يستطيع أبداً توفير هذه الإمكانية .

إن الفضاء أكبر من أن يستطيع أي إنسان ، وحتى في أقصى المستقبل البعيد ، «غزوه» ، إذ أن النجوم والمنظومات الكوكبية الموجودة فيه بعيدة عن بعضها البعض إلى درجة لا يمكن معها أبداً إجراء إتصال فيزيائي بين الحضارات الناشئة عليها (قد تشذ عن ذلك بعض الحالات المنفردة بين «أقرب الجيران» ) .

من السهل البرهة على ذلك . أود أن اقتصر على حجتين اثنتين . قدم الحجة الأولى إدوارد فيرهولز دولك الذي ذكر بطريقة معبرة أن ثقاً بحجم رأس الدبوس في صورة لـ «ضباب» أندروميدا (المجرة التي

تجاوز مجرتنا والتي تبعد عنا مليوني سنة ضوئية) ستقابله على الواقع فجوة لن تستطيع أية مركبة فضائية مأهولة اجتيازها في أي وقت من الأوقات .

لؤيد هذا القول ببعض الأرقام : يبلغ طول أكبر قطر لهذا الضباب الحلزوني حوالي ١٥٠٠٠٠ سنة ضوئية . تقابل هذه المسافة على الصورة التي قصدناها أعلاه ١٥ سم . إذا كان الدبوس سيحدث على الصورة نقباً بقطر ١ مم فإن هذا سيمثل على الواقع فتحة قطرها ١٠٠٠ سنة ضوئية .

حتى لو انطلقنا في مركبة فضائية - خيالية - تسير منذ لحظة انطلاقها بسرعة الضوء ، أي لانتجناج إلى التسارع ولا إلى الفرملة ، فإننا لن نشمكن في حياتنا من الانتقال من أحد أطراف الفتحة إلى الطرف الآخر . سنبلغ ، بغض النظر عن الإمكانيات التكنولوجية الخيالية التي افترضناها ، على الأقل ١٠٠ سنة من العمر قبل أن نقطع عشر المسافة التي نتحدث عنها .

لقد سبق وقلنا إننا عند تحدثنا عن الإمكانيات المستقبلية سوف تعتمد المقاييس الزمنية التي اعتمدها عند دراستنا للماضي . لذلك يتوجب علينا أن نضع في اعتبارنا التقدم الهائل الذي سيطرأ على تكنولوجيا الفضاء خلال مئات آلاف السنين أو حتى بعد ذلك . سوف لن نعيدنا بأي شيء كل هذه التطورات المحتملة حتى ولاتلك الأفكار التي نتحدث عن «تجميد رواد الفضاء» أو ما شابه من الطرق ، لأننا انطلقنا في الأصل من سرعة الضوء .

لكن كيف سيكون الموقف إذا حصلنا على مركبات فضائية تقلنا بسرعة «أكبر من سرعة الضوء»؟ أو كيف سيكون الوضع إذا ما وفرت لنا فيزياء المستقبل الامكانية لأن نتحرر من المكان الثلاثي الأبعاد وأن نشمكن بفضة واحدة عبر «ما وراء المكان» أن نتقل بلحظة واحدة من أية نقطة في الكون إلى أية نقطة أخرى؟ هل نستطيع أن نمي هذه الإمكانيات أو غيرها عما نتحدث عنه روايات الخيال («العلمي» ) ، إذا تصورنا مستقبلاً يقع بعد مليون سنة من الآن؟

لن نحتاج إلى بذل الجهد لمعرفة ما إذا كانت مثل هذه التكهّنات مجرد تخيلات تفتقر إلى الأرضية الواقعية أم هي فعلاً إمكانيات مستقبلية معقولة . لقد وفر علينا الكاتب الأمريكي آرثور كلارك هذا الجهد . نشر كلارك قبل عدة سنوات دراسة معللة دحض فيها فكرة «غزو الفضاء» عن طريق الرحلات الفضائية المأهولة بطريقة قاطعة ونهائية .

لنعد لهذا الغرض مرة أخرى إلى ضباب أندروميديا . إنه ليس فقط جارنا الكوني ، أي أقرب مجرة إلى مجرتنا ، أي إلى المجرة التي تنتسب لها شمسنا ، بل إنه يشبه مجرتنا إلى حد كبير . يتألف اندروميديا ، شأنه شأن مجرتنا ، من حوالي ٢٠٠ مليار نجم ثابت («شمس») من بينها حسب أحدث التقديرات مالا يقل عن حوالي ستة بالمائة شمس تدور حولها ، كما هو الحال لدى شمسنا ، كواكب من المحتمل أن تكون عليها حياة

سنة بالمائة من ٢٠٠ مليار ، هذا يساوي ١٢ مليار منظومة كوكبية في أندروميديا ومثلها في مجرتنا داتها . يعرض كلارك حججه على الشكل التالي : لدع ببساطة جانباً جميع القيود التكنولوجية ونفترض أننا لا نحتاج إلى زمن يذكر عند السفر عبر مجرتنا ، أي نفترض أننا قادرون على الانتقال خلال ثانية واحدة

من أية نقطة إلى أية نقطة أخرى داخل مجرتنا . أود علاوة على ذلك أن أضع افتراضاً سخياً آخر وهو أننا خلال هذه الثانية الواحدة ستمكن فوق ذلك ليس فقط من التأكد مما إذا كان للشمس التي نزورها مجموعة كوكبية وحسب بل ستمكن أيضاً من معرفة عما إذا كان يوجد على هذه الكواكب كائنات ذكية . ثم نفترض أخيراً أننا نستطيع خلال نفس الثانية أن نعود سالمين إلى عطلتنا الأرضية مع ما لدينا من معلومات .

سنحتاج إذن إلى ثانية واحدة فقط كي ندرس نجماً ثابتاً واحداً مع مايتبعه من كواكب . كيف ستكون عندئذ التوقعات؟ الجواب عظيم لكل أمل . حتى لو انطلقنا من الافتراضات الخيالية التي وصفناها فلن نتمكن خلال عمر الإنسان الواحد البالغ حوالي ٦٠ سنة ، وإذا عملنا كل يوم ٨ ساعات وقمنا في كل ثانية برحلة من هذا النوع ، لن نتمكن من دراسة سوى ٠,٣ بالمائة من الشمس الموجودة في مجرتنا وحدها . سيكون تحت تصرفنا فقط ٦٠٠ مليون ثانية لدراسة ٢٠٠ مليار نجم .

إذا ما أضفنا إلى هذه الحسابات الصحيحة الحقيقية المؤكدة وهي أنه يوجد في الكون المحيط بنا ما لا يقل عن عدة مئات من مليارات المجرات المماثلة لمجرتنا أو لمجرة أندروميда ، عندئذ سيتضح لأكثر المتفائلين أن الرحلات الفضائية المأهولة لا يمكن أن تكتشف أبداً هذا الفضاء الكوني . مهما كانت هذه النتيجة غريبة للأمال فهي حقيقة لا جدال فيها :

إننا نعيش في «المحجر الكوني» .

من المتوقع أن تصدما هذه النتيجة للوهلة الأولى كخيبة أمل مرة . إنها لا تبدلنا استغزاية وحسب بل ولا منطقية أيضاً . هل من المعقول أن يخفق التطور الآن مصطليماً بحدود لا يمكن تجاوزها بعد أن سار ١٣ مليار سنة بصورة متصلة وناجحة؟ إذ أننا لم نعد عند هذا الموقع من تاريخنا نشك على الإطلاق في أن إقامة اتصال مع حضارات كوكبية أخرى ستكون الخطوة التطورية التالية المستحقة الأداء ، بعدما نقيم على الأرض مبكراً أو متأخراً حضارة موحدة .

غير أنها ليست هذه هي المرة الأولى التي نصل إلى نقطة يبدو لنا الموقف منها ميؤوساً لمستقبل له . الاستنتاج الوحيد المؤكد الذي نستطيع استخلاصه من الأفكار المطروحة هو أن السفر المأهول في الفضاء سيصطدم خلال زمن قصير بحدود أصبحت منظورة الآن . من المحتمل أن يعيش أحفادنا الوقت الذي نجهّد فيه مشاريع الرحلات الفضائية إلى أين سيظهر الرواد بعدما يتم اكتشاف الكواكب الداخلية والخارجية لشمسنا من عطارده حتى بلوتو؟

ستكون القفزة التالية ، التي سنغادر بها مجموعتنا الشمسية إلى أقرب شمس مجاورة ، كبيرة إلى درجة أن البشرية ستحتاج إلى توقف لعدة قرون قبل أن تتجرأ على القيام بها . نظراً للفروق المائلة بين تكاليف مثل هذا المشروع للسفر بين النجوم (الذي سيستغرق حتى في حال استخدام المحركات الأيونية أو الضوئية إلى عشرات السنين) وبين ريعه الاحتمالي الضئيل (قد تكون الرحلة بكاملها عبثاً لأن الشمس التي قصدتها ليس لها أية كواكب) فإنني أرجح أن هذه المحاولة لن يقوم بها أحد أبداً . رغم ذلك فإن الرحلات الفضائية ليست «بلا معنى» كما يدعي خصومها القصيرو النظر . وهي

ليست مريرة فقط لأنها تعبر عن قانون شمولي يخضع له جميع التطور ، بل لها أيضاً فوائد عملية كبيرة . لم يمض زمن طويل بعد ، ربما ١٠ سنوات أو ٢٠ سنة ، على الوقت الذي كان فيه أي علم يتحدث عن إمكانيات وجود حياة ووعي وذكاء على كواكب تابعة لشموس أخرى سيتعرض إلى السخرية من معاصريه من «المثقفين» . كان مثل هذا الإدعاء سيعني سقوط هيئة العالم الذي يتجرأ حتى ولو على مجرد طرحه للمناقشة .

أما الآن فقد تغير هذا الوصف بشكل ملحوظ . لقد تزايد عدد البشر الذي بدلوا يقتنعون أن افتراض وجود الحياة على الأرض وحدها من بين جميع الكواكب اللا حصر لها الموجودة في الكون - ١٢ مليار مسطومة كوكبية في مجرتنا وحدها - يمثل تكراراً للحكم المسبق القديم بأن الأرض هي مركز الكون . مما لا شك فيه أن الرحلات الفضائية قد ساهمت في التحرر من هذا الحكم المسبق ووجهت الأنظار نحو الإهتمام بالفضاء الكوني الذي نراه فوقنا . وهذه نتيجة لا يجوز أن نقلل من قيمتها .

غير أن افتراض وجود أشكال حياتية غير أرضية وحضارات كوكبية على أحرام سماوية أخرى يمكن دعمه بحجة أخرى غير تلك التي تقول : كم هو مضحك وساذج الاعتقاد بأننا نحن البشر نمثل الكائنات المفكرة الوحيدة في كامل الكون اللا محدود . لقد تركز القسم الأكبر من هذا الكتاب على الرهنة على أن التطور من الدرات عبر إتحادها في جزئيات حتى الوصول إلى الخلايا الأولى ثم إلى ما تلاها قد حصل بصورة متصلة متواصلة بتأثير قوانينية الداخلية وبدون أي تدخل «فوق طبيعي» من الخارج . أدى هذا التطور حتماً إلى الانتقال من المستوى اللا عضوي إلى المستوى العضوي وأخيراً إلى المستوى البيولوجي .

لقد تعرفنا من خلال ذلك على الحقيقة الأكثر روعة من كل ما سواها وهي أنه في البدء كان يوجد عنصر واحد هو الهيدروجين ، كان تركيبه الذري وبنيت ، اللدان سيبقى مصدرهما سرّاً أبدياً بالسبب لنا ، يحتويان منذ البدء جميع المقدمات اللازمة لكي ينشأ عنهما عبر الزمن كل ما هو موجود اليوم بما فيه نحن ذاتنا وكامل الكون . لهذا السبب قلنا سابقاً إن التاريخ الذي نعرضه في هذا الكتاب هو تاريخ التحول المستمر لذرة الهيدروجين . لقد بين لنا تاريخ التطور كم هي هائلة قدرة هذه الذرة على الصمود والتفتح وعلى التعلب على المصاعب ولا سيما في اللحظات التاريخية التي بدا فيها وكان التطور قد بلغ نهايته المحتومة . ما هي الأسباب التي يمكن أن نجعلنا ضمن هذه الظروف نشك في أن ذرة الهيدروجين المدهشة والرائعة قد استغلت أيضاً هذه الإمكانيات الهائلة على كواكب تابعة لشموس أخرى ؟ إذا كان هذا الهيدروجين قد أنتج هنا على الأرض الخريشات المعقدة ومنها بصورة حتمية «الحياة» ، كما كان قبل ذلك قد أنتج بإتحاده مع الأوكسجين «الماء» ، فما هي الأسباب المنطقية التي نجعلنا نشك في أن الشيء المماثل من حيث المبدأ قد حصل في مواقع أخرى لا حصر لها من الكون ، في كل مكان حيث توفرت الظروف المناسبة ؟

ما من شك أن المبدأ واحد . لقد تعرفنا من خلال التاريخ الذي عرضناه مراراً وتكراراً على الصدفة التي وجهت المسيرة التطورية في اتجاه لم يكن ضرورياً وبالتالي غير قابل للتوقع مسبقاً . لقد رأينا كيف أن الكيفية الاعباطية للمعطيات الملموسة المتوفرة ، سواء أكان التركيب المتدرج للأشعة الشمسية أو

التركيب المتميز للغلاف الجوي البدئي ، قد أتاحَت الفرصة لتحقيق إمكانات معينة وقطعت في نفس الوقت الطريق أمام إمكانات أخرى وإلى الأبد .

بما أن الأمور كانت على هذا الشكل منذ اللحظة الأولى وبما أن هذه الحالة كانت تتكرر منذ ذلك الدء في كل لحظة فإن عدد الإمكانات التي لم تتحقق ها على الأرض يفوق كثيراً عددها الضئيل الذي تحقق . لو بدأ كل شيء مرة أخرى من البداية ، لو نشأت الأرض مرة أخرى ولو وضع تحت تصرفها صمن نفس شروط الإنطلاق نفس الزمن الممتد ٤ مليارات سنة ، فإن ما سينتج عن ذلك سيكون بتأكيد مطلق شيئاً مختلفاً تماماً حتى لو افترضنا إمكان تكرار هذه المحاولة مرات لا محدودة العدد فإن منظر الأرض لن يشبه في أية مرة المنظر الذي هي عليه الآن . لا بل لن يكون له معه حتى ولا تشابه بعيد . إذن ، حتى هنا على الأرض ، حيث لدينا إطلاع على شروط الإنطلاق ، سيمثل خيالنا في تصور الحالة المتحققة . بأي مقدار يجب أن ينطبق هذا أيضاً على الأشكال الملموسة التي تطور إليها الهيدروجين في الشروط غير الأرضية ؟ بأي مقدار يجب أن ينطبق هذا على الإمكانات التي تحققت كنتيجة لتطور هذا العنصر البدئي وما نتج عنه من عناصر تحت تأثير جاذبية أخرى في جو غير أرضي ونحت إشعاعات شمس غريبة ؟

سيتوصل من يفكر بكل هذه الإحتالات منحراً من الأحكام المسبقة إلى استنتاج واحد وحيد : إن الدنيا التي فوقنا مليئة بالحياة والوعي والعقل . إذا ما انطلقنا من أن ستة مائة من نجوم مجرتنا لها توابع كوكبية يمكن أن تكون قد نشأت عليها حياة - وهذه تقديرات حذرة جداً حسب رأي معظم علماء الفلك الحاليين - عندئذ سيعني هذا أن مجرتنا وحدها تحتوي على ١٢ مليار كوكب مرشح لأن يكون حاملاً للحياة . إذا ما افترضنا بحذر شديد ، آخذين بعين الإعتبار جميع المخاطر التي يمكن أن تكون قد وقفت في طريق تطور الهيدروجين ، أن التطور لم يتمكن من الوصول إلى حالة الشكل الأعلى من الحياة الواعية إلا في حالة واحدة من أصل كل ١٠٠٠٠٠ حالة ، عندئذ يكون في مجرتنا وحدها ١٢٠٠٠٠ حضارة كوكبية أخرى غير هذه الموجودة على أرضنا .

أن يبدو لنا هذا الرقم كبيراً إلى درجة لا تصدق ، فهذا يعود فقط إلى أن قدرتنا على التصور مدربة على مقاييس أرضية ولذلك ستبدو لها جميع الشروط السائدة في الكون على أنها لا تصدق . إذا ما علمنا أيضاً على ضوء الرقم المذكور أننا نستطيع بواسطة التلسكوبات الموجودة اليوم أن نشاهد عدة مئات من مليارات المجرات التي تنطبق عليها نفس الفرضيات ، عندئذ يصيبنا الدوار .

لنقتصر إذن على الظروف في مجرتنا وحدها . أمامنا هنا ١٢٠٠٠٠ حضارة كوكبية على أقل تقدير . هناك إذن أكثر من مائة ألف من البدايات المختلفة سارت كل بداية منها على طريقها الطويل الخاص بها حتى بلغت مرحلة وعيها لوجودها ثم حتى وصلت مثلنا إلى النقطة التي صارت فيها قادرة على إدراك ماضيها وعلى إدراك الكون المشترك الذي يضمنا جميعاً . . مائة ألف جواب مختلف على نفس السؤال . وكل جواب يطلق من زاوية نظر أخرى ومن مقدمات أخرى ومن دوافع أخرى . كل منها معلل وصحيح ورغم ذلك لا يعكس سوى مقطع ضئيل من كامل الواقع .

والآن كيف سيكون جوابنا ، على ضوء هذه الرؤية ، على السؤال الذي سنطرحه للمرة الأخيرة .  
إلى أين سيؤدي المستقبل ؟ إذا ما استمرت مسيرة التطور كما حصل حتى الآن فإن الخطوة التالية لا يمكن أن تكتم إلا في إنحاد هذه الحضارات الكوكبية الكثيرة ، إلا في تجميع كل هذه الأحيوية الجزئية المعزلة الموزعة اليوم في جميع أنحاء مجرتنا عندئذ سيتكرر في تلك المرحلة مع الحضارات الجزئية المتخصصة باختصاصات فردية مختلطة ما حصل قبل ذلك مع الخلايا عندما أخذت تتحد مع بعضها البعض لتشكيل كثرات الخلايا ، لكي تتمكن من استغلال الإمكانيات الكامنة في اختصاصاتها المختلفة إلى أقصى حدود الاستغلال .

غير أن هذا الإنحاد لن يتحقق في أي حال ، كما سبق ورأينا ، عن طريق الرحلات الفضائية . وقد يكون هذا من حسن حظنا . لأنه حسب كل قواعد الاحتمال يجب أن يكون المستوى الذي نحن عليه اليوم على هذا الكوكب الفتي المتخلف ، الذي لم يبلغ من العمر سوى نصف عمر الحضارات المجرية الأخرى ، لم يزل في الفجر المبكر من تاريخه . وقد تكون عمة هؤلاء المنافسين ، المتفوقين علينا بما يفوق التصور ، للسلام لا تزيد كثيراً عن محبنا له ؟ من هذا المنظور يصبح «المحجر الكوني» الذي نشكو منه واحداً من المقدمات الأساسية لوجودنا .

إلا أنه يوجد إمكانية للبحث والإنصال بالطريق اللاسلكي . صحيح أن الإشارات اللاسلكية ستبقى على الطريق ضمن مجرتنا مئات وآلاف السنين ، لكن المعلومات التي تنقلها لا تبقى . لهذا السبب يناقش العلماء اليوم بجدية تامة إمكانية تطوير وسائل الإتصال المحدودة المتوفرة لدينا اليوم ، ومن بينهم فلكيون مرموقون مثل فريد هويل الذي يحاصر في جامعة كامبريدج والأمريكي - الألماني سيباستيان فون هودر الذي يعمل في غريس بانك ، في الولايات المتحدة ، في ساء أكبر هوائي على وجه الأرض . لقد طور هؤلاء العلماء وغيرهم حلولاً منطقية ومعقولة عاجلوا فيها مشكلة التفاهم ووصعوا اقتراحات ملموسة حول الكيفية التي ستصاغ فيها المعلومات التي سترسل لا سلكياً لكي تتمكن من فهمها كائنات الكواكب الأخرى ، التي ستطيع أن نفترض أن لديها القدرة على التفكير المنطقي ، وفيما عدا ذلك ليس لديها أي شيء مشترك معنا (انظر نموذج لرسالة مصممة لهذا الغرض على الصفحة ٣٩٥ مع شرح توضيحي لها) . إنطلاقاً من هذا التفوق المعلن على الأقل لقسم كبير من شركائنا الكونيين المستقبلين يتوقع العلماء أن بعض الإنحادات الصغيرة في بعض المواقع من مجرتنا يمكن أن تكون قد تحققت فعلاً بأن ضمت الحضارات الأكثر تقدماً .

ألا يمكننا أن نتوقع أن يكون على الأقل بعض هذه الحضارات المتفوقة قد أرسلت إشارات لا سلكية يبحث فيها عن شركاء جدد لتيح إمكانية المشاركة ؟ ستكون هذه الإشارات بدون شك واضحة ومصممة بشكل أن طابعها الذكي سوف لن يمنع الحضارات الأقل تطوراً كحضارتنا من التقاطها . ألن يكون على سوء هذه الأفكار بعيداً ومعقولاً أن نبدأ بالبحث المنظم منذ الآن ؟

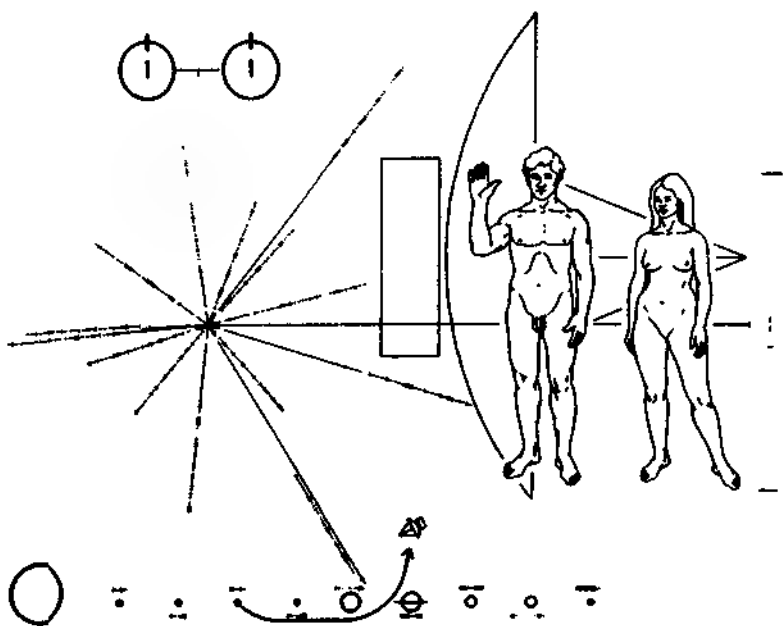
لقد قام علماء غرين بانك بذلك قبل عدة سنوات ولعدة أشهر متواصلة ولكن بدون جدوى عندئذ أوقفت المحاولة لأن الحسابات الاحصائية الفلكية أظهرت أن الموائيات المتوفرة اليوم ليست كبيرة بما

فيه الكفاية لكي تتمكن من تصفية الإشارات المحتملة القادمة من الفضاء من التشويشات القوية الناتجة عن الأشعة الكونية . غير أنه في عام ١٩٧١ تم في قرية ايفلسبرغ بالقرب من مدينة بون الألمانية تدشين أكبر هوائي تلسكوبي على وجه الأرض يبلغ قطره مائة متر . إن هذا الجهاز كبير بما فيه الكفاية للقيام ببحث معقول .

ما من أحد يستطيع أن يقول متى سيتحقق الإتصال الأول . يمكن أن يحصل هذا في السنين القادمة وقد لا يحصل إلا بعد عدة قرون . إن التطور لا يسير على مزاجنا . لكننا يوماً ما سنستقبل هنا على الأرض إشارة لا سلكية أرسلتها كائنات ذكية تطورت على كوكب آخر . سيمنى هذا الحدث بالنسبة للأرض بداية لتطور سيدو تجاهه كل التاريخ الجاري حتى الآن ليس سوى إنتظار لهذه اللحظة .

إعتباراً من هذه اللحظة ستدخل البشرية في عملية تتحد من خلالها حضارات كوكبية منفردة كثيرة في روابط لتبادل المعلومات تتنامى زمناً بعد زمن . حتى يتحقق أخيراً في المستقبل البعيد ، في مستقبل تفصلنا عنه الآن ملايين السنين ، إتحاد جميع حضارات مجرتنا بواسطة شبكة من الإشارات اللا سلكية تشبه النبضات العصبية في متعضية واحدة كونية عملاقة تمتلك وعياً سيقترب محتواه من الحقيقة أكثر من كل ما وجد حتى الآن في هذا الكون .

\*\*\*



في الأول من آذار من عام ١٩٧٢ أطلقت من كاب كينيدي المركبة الفضائية الأولى التي ستغادر مجموعتنا الشمسية . «يونير ١٠» ستدرس الكوكب جوبيتر (المشتري) ، لكنها عند مرورها بالقرب منه ستقوم كتلته الهائلة بتسريع المركبة وتعديل مسارها بحيث تتمكن من التخلص نهائياً من جاذبية النمس والتحرك بحرية لزمن غير محدود عملياً في أنحاء المحرة .

إعتاراً من لحظة مغادرتها لمجال مجموعتنا الشمسية ستصبح المركبة عبارة عن «طرز بريدي كوني» مهما كانت الفرصة ضئيلة ، بسبب الفراغات الهائلة الموجودة بين المنظومات الشمسية المختلفة لمحرتنا ، فإن يونير ١٠ ولو بعد ملايين السنين ستجذب من إحدى الشمس القريبة .

إذا كان يوجد على أحد كواكب هذه الشس كائنات ذكية قامت بتطوير حضارة تكنولوجية متقدمة وتمكنت من اكتشاف هذه المركبة (إن احتمال ذلك ، كما سبق وشرحن في النص ، أكبر بكثير مما يتصور معظم الناس) فإنها تكون قد استلمت رسالة من الأرض .



ساء على هذه الاحتمالات قام صانعو بيونير ١٠ بوضع صفيحة معدنية صغيرة فيها حفروا على سطحها الصورة أعلاه . تشير صورة الشخصين إلى شكل المرسل وإلى جسده المزدوج (علماً أنه يبقى مفتوحاً عما إذا كان المستلم سيستطيع أن يفهم شيئاً من هذه المعلومة) . خلف الشخصين رسمت المركبة نفسها مما يمكن من معرفة حجمها .

على الطرف الأسفل رسمت المجموعة الشمسية - التعرف عليها سهل أيضاً - التي يتسب إليها المرسل وأوضح الكوكب الذي يعيش عليه كمكان إنطلاق المركبة كما أوضح مسار المركبة أيضاً . الرموز الثنائية (ترجمتها ممكنة من قبل أي رياضي) بجانب صور الكواكب من ١ إلى ٩ تبين معطياتها الفلكية . تُحدّد القيمة المطلقة للأعداد المستخدمة في ذلك من قبل رمز ذرة هيدروجين مشعة على الطرف الأعلى من الصورة : تبلغ ذبذبتها في جميع أنحاء الكون ٧٠ نانو ثانية عند الموحة طول ٢١ سم . بمساعدة القيم الموضوعية المحددة بهذه الطريقة يقدم الشكل النجمي الموجود في الوسط تحديداً دقيقاً لمكان وزمان الإرسال ، إذ أن الخطوط الشعاعية المنفردة تعطي الجهة التي تظهر فيها من موقع المرسل البصوات الإشعاعية (بولزارات) التي حُدّدت ذبذبتها الخاصة بجانب الخطوط الشعاعية برموز ثنائية بما أن ذبذبة البولزار (النبضة الإشعاعية) تتناقص مع الزمن لذلك يستطيع المستقل ، عن طريق مقارنة هذه المعطيات مع القيم التي يقيسها هو نفسه عند استقاله للمركبة ، معرفة مكان الإنطلاق ومدة الرحلة

إذا ما وقعت هذه الصفيحة فعلاً يوماً ما بالصدفة السعيدة بين يدي (؟) مستقبل غير أرضي سيكون على الأرجح قد مصى على إرسالها من الأرض ١٠٠ مليون سنة أو أكثر . كما إن المعلومات التي يتوجب على بيونير ١٠ أن تحفظها كل هذا الزمن الطويل لصدقة الصدفة فقيرة ولا شك . رغم ذلك فإن لهذه الصفيحة أهمية تاريخية : لأول مرة في تاريخه توصل الإنسان هنا إلى القناعة العملية بأنه بالتاكيد ليس وحيداً في هذا الكون .

نعرض أدناه نموذجاً عن رسالة يمكن أن تصلنا يوماً ما من كوكب تابع لمجموعة شمسية غريبة . إذا ما افترضنا أن قوانين التفكير المنطقي المجرد هي نفسها في كامل الكون :

```

11110000101001000011001000000010000010100
1000001100101100111000001100001101000000
0010000010000100001000101010000100000000
0000000000100010000000000101100000000000
0000000100011101101010101000000000000000
0001001000011101010101000000000101010101
0000000001110101010111010110000001000000
0000000000100000000000001000100111111000
0011101000001011000001110000000100000000
1000000010000000000011110000010100010110
100000001100101111010111100010011111001
000000000001111100000010110001111110000
10000011000001100001000011000000011000101
001000111100101111

```

سيشير فوراً لتحليل بواسطة الحاسب الالكتروني إلى أن هذه السلسلة المؤلفة من ٥٥١ بضعة وتوقف (على طريقة المورس) لم ترتب بالصدفة بهذه الطريقة ، بل إنها يجب أن تكون رسالة تحتوي على معلومات . ولكن كيف سيمكن فك هذه الرموز وفهم المعنى ؟

نكمن الخطوة الأولى في معرفة أن العدد ٥٥١ هو جداء العددين الأوليين ١٩ و ٢٩ . يمكن إذن ترتيب الرموز في هذه الحالة - فقط في هذه الحالة ! - في مستطيل (واقف) ضمن مجموعات تتألف كل منها من ١٩ رمراً مرسومة على ٢٩ سطراً (أنظر الصفحة ٣٩٧) إذا ما قمنا بعدئذ بتعويض كل ١ نقطة مواربيك مربعة سوداء وتعويض كل ٥ بفراغ نفس المساحة نحصل على الصورة الموجودة على الصفحة ٣٩٨ والتي تحتوي قدراً مدهشاً من المعلومات .

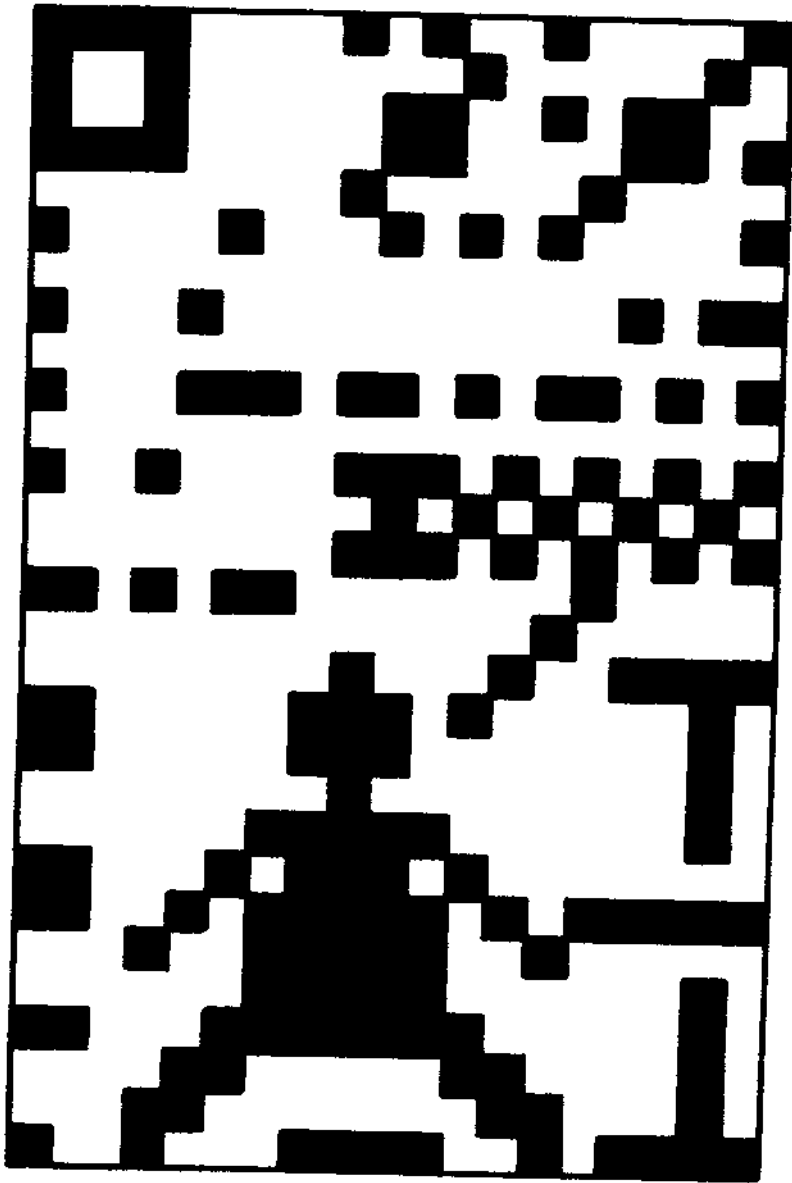
من الواضح أن الشكل في أسفل الصورة يمثل المرسل مما يجعلنا نستنتج أنه كائن عالي التطور . على الطرف اليساري من الصورة توجد من الأعلى (شمس) وبحو الأسفل (٩ كواكب) تمثل جميعها المنظومة الشمسية العربية ، إلى اليمين بجانب الكواكب الحزمة الأولى توجد الأعداد ١ حتى ٥ مكتوبة بالطريقة الثابتة (بياري) . يوجد بجانب الكوكب الرابع بالإضافة إلى ذلك العدد الثنائي ٧ مليارات (يمتد حتى الطرف اليميني) ويطلق من وسطه خط مائل يشير إلى المرسل : هذا هو إذن عدد سكان الكوكب الذي يعيش عليه . بجانب الكوكبين الثاني والثالث من هذه المنظومة الغربية يظهر العددا ١١ و ٣٠٠٠ كإشارة إلى مستعمرات صغيرة أو محطات مراقبة على هذين الكوكبين مما يدل على أن حضارة المرسل ممكنة من السفر العصائي . على اليمين والأعلى رمز درة العجم وذرة الأوكسجين كإشارة إلى أسهما يمثلان في بلد المرسل أيضاً العصرين الهاميين (اللذين يحققان التمثيل العضوي) ؟ إلى اليمين من صورة المرسل توجد إشارتان على شكل حرف T غنندان على طول المرسل تماماً من أعلى رأسه حتى أسفل قدميه وتحتويان الرقم ٣١ (مكتوباً بالطريقة البينائية) . وستطيع أن تقرأ هذا الجزء من الرسالة على أنه يقول : «إن طول المرسل يبلغ ٣١ مرة لشيء ما» . ماذا ستكون الوحدة المقصودة ؟ المقدار الوحيد المتماثل لدى المرسل والمستقل هو طول الموجة التي أرسلت واستقبلت عليها الرسالة . نستنتج إذن أن طول المرسل يبلغ على الأرجح ٣١ مرة طول الموجة المستخدمة .

إن «رسالة» من هذا النوع لم تُرسل ولم تُستقبل أبداً . بل إن ما عرصاه هو «نموذج» صممه العالم الأمريكي فرانك دريك لكي يشير إلى الإمكانيات المتوفرة للتفاهم لاسلكياً بين شريكين لا يستطيع أن يترص وحوود أي شيء مشترك بينهما سوى قدرتهما على التفكير المنطقي . والتحررة أكبر برهان . عدد عرض الرسالة بدون أية توضيحات على فريق من العلماء تمكنوا من «قراءتها» خلال ١٠ ساعات .

```

1 1 1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1
1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0
1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 0 0
1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1
1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 1
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 1 1 1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1 0 1
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 0 1
1 1 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1
1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0 0 0 0 1 0
1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0
1 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 0
0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0
1 0 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1

```



10

11

12

13

14

15

16

17

18

## المحتويات

7	مقدمة المترجم
9	مدخل - نحو رؤية جديدة
15	القسم الأول : منذ الانفجار الكوني الاول حتى نشوء الأرض .
15	1 . كانت توجد بداية
39	2 . مكان تحت الشمس
51	3 . نشوء الغلاف الجوي
75	القسم الثاني : نشوء الحياة
75	4 . هل هبطت الحياة من السماء ؟
83	5 . مكونات الحياة
95	6 . طبيعي أم فوق طبيعي ؟
103	7 . الجزئيات الحية
111	8 . الخلية الأولى ومخطط بنائها
121	9 . أخبار عن العظائيات
129	10 . الحياة - صدفة أم ضرورة ؟
135	القسم الثالث : من الخلية الأولى حتى احتلال اليابسة
135	11 . عبيد خضر صفار
145	12 . التعاون على مستوى الخلية
159	13 . التكيف بالصدفة ؟
169	14 . التطور في المخبر
175	15 . عقل بدون دماغ

185	16 . القفزة متعدد الخلايا
201	17 . الخروج من الماء
207	القسم الرابع : إختراع الدم الدافئ ونشوء «الوعي»
207	18 . ليالي الديناصور الساكنة
217	19 . برامج من العصر الحجري
225	20 . أقدم من جميع الأدمغة
237	القسم الخامس : تاريخ المستقبل
237	21 . على الطريق الى الوعي

## هذا الكتاب

اكتسب هوبمار فون ديتفورت عن طريق برنامج التلفزيوني « جولة عبر العلوم » شهرة واسعة كصحفي علمي بارع . لقد تمكن بكتابه هذا حول تاريخ النشوء ، الذي لم يهتم فيه نتائج مختلف العلوم بطريقة ذكية وموضوعية وممتعة ، من عرض صورة شاملة متكاملة عن نشوء وتطور ومستقبل المادة والحياة والحضارة البشرية . كانت المحصلة تقريراً معبراً ومثيراً عن ١٣ مليار عاماً من تاريخ الطبيعة ، ابتداء من الانفجار الكوني الأول عبر نشوء الأرض كـ « ناتج ثانوي » أو كـ « نفاية » ، عبر كارثة الأوكسجين العظمى ، حتى اختراع الدم الدافئ ( الذي مثل المقدمة لظهور الوعي البشري ) وحتى مرحلة امكان الاتصال بين الكواكب والمجرات . وفي كل ذلك يبرز لدى ديتفورت دور العقل . العقل والمقل وحده ، الذي كان حاضراً دائماً عبر كامل هذه العملية ، قادر على تنظيم هذا الكون العقلاني بكل ما فيه . تنتج عن كل هذا الفرضية المدهشة لهذا الكتاب : لقد وجد العقل قبل أن يوجد الدماغ .

لقد وصفته إحدى الصحف المهمة بقولها : ان هذا الكتاب هو قنبلة موقوتة ، انه ينشر بين الناس وعياً علمياً متغيراً سيحدث تأثيراً ثورياً على أفكارهم لا يقل عما أحدثته مقولات بطليموس وكوبرنيكوس .

